



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

**Projecte d'explotació de tòfona negra (*Tuber
melanosporum* Vitt.) en una finca de 6,2 ha en el terme
municipal de Brunyola (Girona)**

Treball final de grau
Enginyeria Agroambiental i Paisatge

Autor: Jaume Martí Conill

Tutor: Francisco Iranzo Iranzo

Data: Abril del 2020

Resum

El present projecte té com a objecte la planificació i disseny del reg a una explotació de tòfona en el terme municipal de Brunyola (Girona). La proposta s'implantarà en una finca de 6,2 ha com alternativa a un cultiu cerealista de secà.

Es realitzarà una plantació de 1581 arbres de l'espècie *Quercus illex* L. micorritzats amb *Tuber melanosporum*. Vitt. El sistema de cultiu que s'utilitzarà serà monocultiu, amb un marc de 6 x 6 m i una densitat de 270 plantes/ha. També s'instal·larà un tancat per impedir el pas d'animals salvatges.

Al 3è any s'instal·larà un sistema de reg per microaspersió per suplir la deficiència hídrica de l'estiu i garantir una producció estable d'uns 32 kg de tòfones/ha/any. El treball inclou una anàlisi dels condicionants climàtics i edàfics, caracterització del mercat de tòfones i una anàlisi d'alternatives estratègiques i tècniques més adients als condicionants i criteris del promotor.

S'ha realitzat un estudi financer del qual se'n desprèn que es tracta d'un projecte rendible. La inversió total és de 90.784,2 € i es recuperarà en l'any 11, aconseguint un Valor Actual Net (VAN) de 698.627 € i una Taxa Interna de Retorn (TIR) del 20,9 %.

Paraules clau: Projecte, tòfona negra, microaspersió, anàlisi financera.

Resumen

El presente proyecto tiene por objeto la planificación y diseño del riego en una explotación de tòfona en el término municipal de Brunyola (Girona). La propuesta se implantará en una finca de 6,2 ha como alternativa a un cultivo cerealista de secano.

Se realizará una plantación de 1581 árboles de la especie *Quercus Illlex* L. micorrizados con *Tuber melanosporum*. Vitt. El sistema de cultivo que se utilizará será monocultivo, con un marco de 6 x 6 m y una densidad de 270 plantas/ha. También se instalará un cerrado para impedir el paso de animales salvajes.

Al 3º año se instalará un sistema de riego por microaspersión para suplir la deficiencia hídrica del verano y garantizar una producción estable de unos 32 kg de tòfonas/ha/año. El trabajo incluye un análisis de los condicionantes climáticos y edáficos, caracterización del mercado de tòfonas y un análisis de alternativas estratégicas y técnicas más adecuadas a los condicionantes y criterios del promotor.

Se ha realizado un estudio financiero del que se desprende que se trata de un proyecto rentable. La inversión total es de 90.784,2 € y se amortizará durante el año 11, consiguiendo un Valor Actual Neto (VAN) de 698.627 € y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 20,9%.

Palabras clave: Proyecto, tòfona negra, microaspersión, análisis financiero.

Abstract

The purpose of this project is to plan and design irrigation for a truffle farm in the municipality of Brunyola (Girona). The proposal will be implemented on a 6.2 ha farm as an alternative to a dryland cereal crop.

Planting of 1581 trees of the species *Quercus illex* L. mycorrhized with *Tuber melanosporum* will be performed. The crop system to be used will be monoculture, with a 6 x 6 m frame and a density of 270 plants/ha. A fence will also be installed to prevent wild animals from crossing.

In the 3rd year, a micro-sprinkler irrigation system will be installed to supplement summer water deficiency and guarantee stable production of about 32 kg of truffles / ha / year. The work includes an analysis of the climatic and edaphic factors, the characterization of the truffle market and an analysis of strategic and technical alternatives that are more appropriate to the conditions and criteria of the promoter.

A financial study has been carried out which shows that this is a profitable project. The total investment is 90,784.2 € and will be amortized during the year 11, achieving a Net Present Value (VAN) of 698.627 € and an Internal Return Rate (TIR) of 20.9%.

Keywords: Project, black truffle, micro-sprinkler, financial analysis.

Agraïments

En primer lloc, vull agrair al meu tutor Francisco Iranzo Iranzo la seva orientació constant i l'ajuda tècnica, que han estat essencials pel desenvolupament d'aquest treball.

També agraeixo a Micofora SL, als productors de tòfona de la Masia Perdigués i la Masia Massanés de la Baronia de Rialb per la informació facilitada i el temps dedicat a resoldre dubtes.

INDEX GENERAL

DOCUMENT I:

Memòria i annexos

DOCUMENT II:

Plànols

DOCUMENT III:

Pressupostos

DOCUMENT I: Memòria i annexos

Índex

1 Objecte del projecte.....	1
2 Antecedents	1
3 Bases del projecte	2
3.1 Finalitat i objectius.....	2
3.2 Localització	2
3.3 Situació actual.....	3
3.4 Condicionants imposats pel promotor	3
4 Condicionants interns	3
4.1 Clima.....	3
4.2 Edafologia	4
4.3 Presència d'aigua.....	4
5 Condicionants externs	4
5.1 Infraestructures. Comunicacions i serveis	4
5.2 Estudi de mercat	5
5.3 Legislació i normativa.....	5
6 Estudi d'alternatives	5
7 Pla i programa productiu.....	6
7.1 Vida del projecte	6
7.2 Cicles de producció	7
7.3 Període de producció	7
7.4 Produccions esperades.....	7
8 Tecnologia de la producció	8
8.1 Establiment de la plantació	8
8.2 Manteniment i seguiment de la plantació	9
9 Reg i obres complementaries	11

9.1 Disseny agronòmic.....	11
9.2 Instal·lació de reg.....	11
9.3 Programació de la instal·lació de reg	12
10 Pressupost	13
10.1 Inversió inicial	13
10.2 Inversió diferida.....	14
11 Avaluació econòmica.....	15

ANNEXOS

Annex 1. Aptituds climàtiques

Annex 2. Aptituds edàfiques

Annex 3. Estudi de mercat

Annex 4. Anàlisis d'alternatives de la producció

Annex 5. Instal·lació de reg

Annex 6. Tecnologia de la producció

Annex 7. Calendari de treballs

Annex 8. Estudi econòmic-financer

Annex 9. Bibliografia

1 Objecte del projecte

S'elabora aquest projecte d'explotació de *Quercus ilex* L. Micorizada amb *Tuber melanosporum* Vittad i disseny del sistema de reg en el poble de Brunyola (**Plànol-1**) , per encàrrec de la propietat dels terrenys.

El projecte ocupa un total de 6,2 ha cultivades actualment amb cereals que passaran a ser una explotació tofonera amb un marc de plantació de 6 x 6 m i sistema de reg per microaspersió.

Aquest projecte contempla els següents estudis,

- Un estudi climàtic per determinar precipitacions, temperatura de la zona, evapotranspiració, necessitats de reg, etc.
- Un estudi del sòl per saber les característiques més importants i sí es necessari una esmena.
- Estudi de mercat.
- Anàlisi del procés i dels costos de producció.
- Disseny de la instal·lació de reg.
- Estudi de la viabilitat financera.

Per tractar-se d'un document acadèmic, no s'ha considerat necessari incloure els següents documents.

- Document 3, Plec de condicions
- Annex de seguretat i salut de la construcció.

En aquest sentit, el document 3 es converteix en aquest projecte en el document de Pressupost.

2 Antecedents

Actualment la tòfona negra representa el 90% de la producció mundial de tòfona, els principals productors són França, Espanya i Itàlia.

La producció de tòfona silvestre ha patit un descens important durant les últimes dècades a causa de l'abandonament dels usos tradicionals del bosc, com l'explotació de llenya, el carboneig i la ramaderia extensiva que mantenien l'esponjositat del bosc amb clarianes i poca espessor.

D'altra banda trobem que la demanda creix any rere any. Segons la Federació Francesa de Tubericultors, la producció actual de tòfona només cobreix un 10% de la demanda mundial existent. També cal tenir en compte el preu, sent la tòfona negra un dels productes forestals que ha augmentat de valor durant les últimes dècades.

Les primeres plantes inoculades amb tòfona negra van estar disponibles a partir del 1973. L'any 1988 la diputació de Terol va donar les primeres subvencions per al cultiu de tòfona.

Segons el pla d'acció per al desenvolupament del sector tofoner a Catalunya, els problemes que pateix el sector són: una producció insuficient per cobrir la demanda actual, un mercat interior poc desenvolupat i manca de vertebració del sector.

Segons la propietat, abans de comprar la finca una part del camp actual tenia una plantació d'alzines micoritzades. L'antic propietari va arranca la plantació per ampliar el camp principal.

3 Bases del projecte

3.1 Finalitat i objectius

El projecte respon a l'encàrrec de la propietat de trobar una solució més rendible que el cultiu de cereal.

És finalitat del projecte determinar que el cultiu és factible des de el punt de vista tècnic i econòmic, així com determinar les tècniques de cultiu i programar les activitats de la finca relatives al cultiu de la tòfona.

3.2 Localització

Com mostra el **plànol 1**, el terreny objecte del present projecte es troba en el terme municipal de Brunyola, comarca de la Selva, província de Girona, dins la finca de Can Falgueres al nord del nucli urbà. La parcel·la es troba en un terreny planer dins la depressió gironina a una altura sobre el nivell del mar de 170 m.

Els terrenys on s'ubicarà la plantació no formen part de cap espai protegit. S'ha comprovat que no s'inclouen en la **xarxa de protecció Natura 2000**.

Coordenades de la parcel·la, ETRS89:

- E (X): 474224,5 m
- N (Y): 4640162,3 m

3.3 Situació actual

Actualment la finca té un contracte de lloguer que venç el 2020. El llogater utilitza el camp per l'obtenció de farratges pel bestiar oví de carn i de llet existent, també utilitza el camp per la pastura.

El llogater actual ha manifestat la voluntat de deixar el negoci i per tant no renovar el contracte. El negoci és rendible gràcies a les ajudes de la PAC. En definitiva, els fluxos de caixa actuals no són negatius però molt poc optimistes a llarg termini. No es consideren en l'anàlisi financer per la seva irrellevància

3.4 Condicionants imposats pel promotor

El promotor imposa els següents condicionants:

- Utilitzar espècies autòctones a les de la zona.
- Usar tècniques, materials i maquinària que minimitzin l'impacte ambiental del projecte.
- No desitja adquirir cap equip agrícola ni contractar a personal fix, consegüentment totes les activitats seran subcontractades.

4 Condicionants interns

4.1 Clima

Les dades preses per l'estudi del clima han estat tretes del servei meteorològic de Catalunya. S'ha escollit l'estació meteorològica d'Anglès donat que està situada a 6 km de la parcel·la i presenta característiques d'altura i orientació similars. S'han utilitzat dades del 2007 fins el 2018. Totes les dades es poden consultar en l'**annex 1**.

La finca es troba en una zona amb clima Mediterrani temperat fresc. Té un règim d'humitat xèric propi del clima mediterrani amb una estació càlida que coincideix amb el període de dies més llargs i amb el període de sequera anual.

Les precipitacions es donen durant la primavera i tardor amb una mitjana anual de 761,64 mm. La temperatura mitjana es de 14,5 °C amb màximes de fins a 42 °C i mínimes de -9 °C. Les primeres gelades es produeixen a mitjans de novembre i les últimes gelades a finals de març.

4.2 Edafologia

L'**annex 2** recull els anàlisi de sòl fet pel laboratori LAF de Sidamon i s'analitzen les característiques edàfiques necessàries per el cultiu de tòfona.

La finca es troba en una terrassa fluvial, no presenta problemes de profunditat ni de textura. En la **taula 1** es mostra un resum dels resultats de l'anàlisi. Tant el pH com el contingut en carbonats, els dos indicadors més rellevants per el cultiu de tòfona, són favorables.

Taula 1. Rangs recomanats segons S. Reyna dels principals paràmetres edàfics per al cultiu de tòfona negra i resultats de l'anàlisi.

Paràmetres	Rang recomanat	Resultats de l'anàlisi
pH (1:2,5)	7,5 - 8,5	7,83
Matèria orgànica oxidable (%)	1 - 10	1,37
Carbonats totals (% CaCO ₃)	1 - 83,7	13
Relació C/N	5 - 15	9,71
Textura	Presència d'argiles < 45%	francoargil·loarenosa
Estructura	Granular	Granular
Conductivitat 1:5 (mmhos/cm)	0-0,35	0,06

4.3 Presència d'aigua

La finca compta amb un antic pou amb una profunditat de 40 metres. No s'espera problemes en la qualitat de l'aigua perquè fa uns anys s'utilitzava per al consum humà i reg dels horts familiars.

5 Condicionants externs

5.1 Infraestructures. Comunicacions i serveis

L'accés a Bunyola és bo donat la proximitat amb l'aeroport de Girona-Costa Brava. S'hi pot arribar per la GIV-533 des de Santa Coloma de Farners situada a 7,7 km, o des de Girona a 17,4 km.

La casa de pagès de la finca disposa de connexió elèctrica a 400/230 V. A la finca s'hi accedeix recurrent 1 km a través d'una pista agrícola que en el tram final voreja tot el camp. El camí que dona accés a la finca té el codi **CO75** en l'inventari de camins municipals de Brunyola i Sant Martí Sapresa del 14 de juny del 2018. L'entrada de vehicles pesants o maquinària es podrà fer si fos necessària, per la part sud del camp perquè resulta una entrada més planera.

5.2 Estudi de mercat

En l'**annex 3** es descriu la situació dels mercats de tòfona així com peculiaritats de la comercialització.

Els factors que caracteritzen el mercat són:

- L'oferta no satisfà a la demanda quantitativament.
- Les produccions no són estables d'any a any.
- S'exporta la totalitat del producte i no es dóna el valor real de la tòfona.

La comercialització de la tòfona està poc regulada. A la pràctica les trufes es recol·lecten i es transporten el més ràpid possible. Normalment quan arriba al destí s'hi està poques hores perquè el client l'espera. La majoria de productors exporten a França gran part de la producció.

La venda del producte té moltes possibilitats, el mercat més proper a l'explotació és el de Vic, també es pot fer venda per internet a consumidors locals o a altres països, degut al gran augment de la demanda o vendre a restaurants i majoristes de la zona. S'hauran de tenir en compte totes les opcions i escollir la més ben pagada. El preu mitjà pagat al productor a la llotja de Vic és de 371 €/kg. El preu considerat en l'anàlisi econòmic es de 360 €/kg.

5.3 Legislació i normativa

Segons la legislació vigent la tòfona té la consideració d'aprofitament forestal. Les comunitats autònomes tenen competències per regular la gestió del sector. La normativa catalana descriu els mecanismes de recol·lecció, cita el calendari de recol·lecció, defineix les condicions mínimes de comercialització del fruit i en regula l'activitat comercial.

El govern català subvenciona la plantació de tòfona negra amb 2.500 €/ha i la instal·lació de tanca amb 1.500 €/ha, amb un import màxim per persona de fins a 20.000 €.

6 Estudi d'alternatives

Degut als condicionats mencionats en els punts anteriors ha estat necessari avaluar i analitzar les diferents alternatives. En la **taula 2** es presenten les eleccions que s'ajusten millor a l'objectiu d'aquest projecte, justificades en l'**annex 4**.

S'ha seleccionat *Tuber melanosporum*, perquè és l'espècie cultivable de tòfona que té major preu en el mercat. S'utilitzarà un sistema de monocultiu de *Quercus illex* (autòcton) en marc de 6 x 6 m, ja que és amb el que s'aconsegueixen majors rendiments. A més aquest sistema és el de més fàcil maneig. Per últim es projecta la instal·lació de reg per garantir alts i uniformes rendiments anuals. S'opta per un sistema de microaspersió

perquè s'han demostrat millors rendiments que amb altres sistemes de reg localitzat.

Taula 2. Alternatives escollides

Factors analitzats	Alternativa escollida
Espècie de tòfona	<i>Tuber melanosporum</i>
Sistema de cultiu	Monocultiu
Espècie vegetal	<i>Quercus ilex</i>
Viver	Amb Certificat de micorrització i proper a la finca
Preparació de terreny	Subsolat profund i cultivador amb corro
Època de plantació	D'octubre a desembre
Densitat i marc de plantació	Marc de 6 x 6 m amb densitat de 277 plantes/ha
Sistema de reg	Reg per microaspersió
Formació i poda	Con invertit a partir del 3r any
Manteniment del sòl	Escardes i segues a la primavera i tardor
Tancat	Malla ramadera cinegètica galvanitzada

7 Pla i programa productiu

7.1 Vida del projecte

És difícil calcular la vida útil d'una plantació de trufes perquè existeixen precedents d'explotacions amb més de 50 anys que encara estan en funcionament. En l'**annex 8**, es detallen les feines a fer durant tota la vida útil del projecte. També s'inclou la relació de treballs per posar en marxa la plantació.

El cicle biològic de la tòfona té una etapa vegetativa que pot durar de 5 a 10 anys. En aquesta etapa es dona la germinació de les espores, la unió de les hifes amb les arrels de l'arbre i finalment la formació d'ectomicorrizes. Aquest procés provoca canvis físics i químics en el sòl creant al voltant de l'arbre una àrea sense vegetació.

L'etapa reproductora i de fructificació comença amb l'aparició de les primeres trufes. Els cossos fructífers resulten de l'aparellament de dos individus haploides. Els filaments s'agrupen i es compacten fins a formar una tòfona.

El projecte considera l'inici de l'etapa reproductora als 6 anys.

7.2 Cicles de producció

Dividim el projecte en tres cicles implantació, producció i declivi.

La **implantació**, va des de la plantació dels arbres fins a l'entrada en producció entre el 7è o 10è any. En aquest període s'acostuma a recuperar la inversió realitzada. En la nostra plantació es recupera l'any 11.

La **producció** pot durar fins els 40 anys de la plantació, amb produccions que poden arribar als 50 kg/ha. En el projecte s'ha considerat com objectiu productiu 32 kg/ha el que suposa uns 198,4 kg/any en plena producció.

En el **declivi**, la plantació redueix la producció i s'estanca al voltant del 30 kg/ha/any, alguns arbres deixen de donar tòfona, altres moren i s'han de reposar. Quan la producció no cobreixi els costos convé renovar tot el camp. El més lògic és anticipar-se i tenir una plantació més jove a prop amb la que mantenir negoci i clients.

7.3 Període de producció

Amb l'aparició dels cremats començarà la producció. El període estipulat a la normativa catalana per caçar trufes va des del 15 de novembre fins al 15 de març. En les finques privades no existeix regulació però es recomanable seguir la normativa. És important repassar cada cremat un cop cada 3 dies i no precipitar-se en collir trufes immadures que són menys apreciades. L'augment de la freqüència de la recol·lecta es negatiu i només s'aconsegueix reduir la producció.

7.4 Produccions esperades.

La mitjana de produccions existents és de 30kg/ha/any contant produccions amb secà i regadiu. Avui en dia la instal·lació de reg es recomanable a totes les explotacions per garantir una producció uniforme tots els anys. El projecte ha suposat una producció mitjana de 32 kg/ha/any a partir del 16è any. En la **taula 3** es mostren les produccions mitjanes anuals.

Taula 3. Produccions esperades

Any del projecte	kg de tòfona negra per ha
6	2
7	4
8	6
9	12
10	15

11	20
12	25
13	28
14	29
15	31
16-51	32

8 Tecnologia de la producció

8.1 Establiment de la plantació

Preparació del terreny

L'objectiu d'aquest treball és deixar el terreny en condicions idònies per a la plantació. Es faran treballs amb subsolador a 50 cm de profunditat i a continuació un subsolat perimetral profund en la zona més pròxima a la riera. A continuació es faran passades de cultivador acompanyat d'un corró a 30 cm de profunditat per desfer els tarrons. Per últim es farà la marcadó del terreny amb l'ajuda d'un tractor guiat per GPS.

Recepció de plantes

Les plantes, s'encarregaran prèviament a un viver proper a la zona i amb certificat de micorizació. És necessari un control del material vegetal per assegurar-nos que arriba sa i amb condicions. Aquest es un punt essencial del projecte.

Els requisits de qualitat comercial que recomanem en la planta són:

- L'altura de la tija no pot superar el doble de la longitud del pa de terra.
- El diàmetre del coll ha de ser major de 2 mm.
- L'arrel pivotant ha d'estar ben repicada sense voltes o angles inferiors a 110°.
- No ha de tenir arrels secundàries descendents.
- Ha de tenir arrels secundàries al llarg de l'arrel pivotant amb abundància d'arrels tròfiques.
- La planta ha d'haver passat un període d'enduriment i ha de tenir el coll lignificat.

Plantació

La planta ha d'arribar al camp regada, amb contenidors de 0,45 L. La plantació es farà de forma manual. També es col·locarà un tub protector per a la deshidratació i les gelades. Per últim es col·locaran les pedres superficials al voltant de la planta per conservar la humitat.

Regs de plantació

Després de la plantació s'aplicaran 10 litres per planta amb l'ajuda d'un tractor amb cisterna. L'aigua s'extraurà del pou de la finca. Si els estius després de la plantació són poc plujosos, convé fer regs de suport sempre vigilant no regar amb excés i fomentant l'emissió d'arrels. En resum convé regar si en trobem en un període estival de més de 25 dies sense pluja, però sense excés, ja que un abús pot comportar la pèrdua de micorrizes.

Tancat

S'instal·larà un tancat per evitar l'entrada d'animals salvatges que és un problema en els primers anys de la plantació.

Aquesta tanca ha de complir els requisits per poder demanar la subvenció a la Generalitat de Catalunya, segons s'ha descrit en l'**annex 7**.

- Porta de dues fulles d'acer galvanitzat de 3 metres de llargada i 2 m d'altura.
- Grapes galvanitzades
- Malla ramadera cinètica galvanitzada de 148x18x15 (alçada x nombre de fils horitzontals x distància entre fils verticals), 1,75 €/metre lineal.
- Material addicional, (tensors, cargols, volanderes i brides)
- Pals tornejats de fusta tractada d'un mínim de 150 cm d'alçada.
- Formigonat de les cantonades i pals de la porta.

8.2 Manteniment i seguiment de la plantació

Reposició de baixes

A finals de la primavera del primer any es substituiran les plantes que no hagin arrelat correctament. La substitució es farà de la mateixa manera que la plantació i eliminant la planta a substituir. S'ha estimat la reposició de 32 plantes.

Treballs del maneig del sòl

Els primers anys es produeix la colonització del miceli i la proliferació de les micorrizes en les arrels. Es faran escardes poc profundes a mà amb aixada al voltant de les plantes joves. Es faran passades de cultivador durant la primavera i la tardor. Els treballs mai superaran els 12 cm de profunditat ni s'acostaran a menys d'un metre de la planta. A mesura que s'observin els cremats es reduirà la profunditat de treball. S'aconsella una labor a la primavera i una a la tardor. Amb l'aparició del cremat cal reduir el treball del sòl i passar a fer segues per controlar la vegetació, en els últims anys no caldrà fer cap mena de treball del sòl.

Poda

Es pot començar a fer podes a partir del 3r any amb la freqüència indicada a la **taula 4**. Els primers anys s'ha de fer podes lleugeres amb verd de baixa intensitat per evitar desequilibris en l'arbre i evitar talls de branques gruixudes. La poda mai ha d'eliminar més d'un 20 % de la massa foliar. Les podes són millors quan més freqüents i menys intenses.

Taula 4. Freqüència de poda

Edat de la planta	Freqüència de poda
3 a 10 anys	Anual
10 a 20 anys	Bianual
> 20 anys	Cada 3 o 5 anys

A partir del 10è any de la plantació es practicarà un poda de manteniment per aconseguir una copa equilibrada i un arbre sà. La poda es farà entre febrer i març quan l'arbre està menys actiu.

Instal·lació de reg

S'instal·larà reg per microaspersió a partir del 3r any per poder-ne fer ús durant l'estiu. Es col·locaran aspersor entre els arbres amb un marc de 6 x 6 m. Es detallen els càlculs en l'**Annex 6**. Abans de la instal·lació es farà un anàlisi de micorrizes per assegurar la inversió.

Recol·lecció

La recol·lecció és durà a terme amb l'ajuda d'un gos ensinistrat i l'ús d'eines poc destructives i sempre manuals d'acord amb la legislació catalana. S'utilitzaran un cistells de vímet recoberts amb roba que conservin el bolet en bon estat i permetin la dispersió d'espores. Finalment es guardarà amb fred o es distribuirà ràpidament al consumidor. La freqüència de recol·lecció d'una trufera està al voltant del 9 dies. Convé deixar reposar el terreny i no abusar-ne perquè es corre el risc de treure trufes immadures.

Aportacions

Aquesta practica és un secret de cada truficultor, la forma de fer-ho i el material utilitzat. S'acostuma a realitzar pous en els que s'introdueix restes vegetals juntament amb una petita porció de tòfona esmicolada. Es pot utilitzar substrats ja preparats per marques especialitzades.

9 Reg i obres complementaries

9.1 Disseny agronòmic

A l'**annex 6** i en els **plànols 4 i 5** és justifica i es descriu la instal·lació de reg.

La dosi de reg calculada es $28,17 \text{ l/m}^2$ ($282 \text{ m}^3/\text{ha}$) que s'aportarà cada 15 dies en els mesos d'estiu i sempre quan sigui necessari. Un excés de reg pot reduir dràsticament la producció.

S'instal·laran microaspersors autocompensants amb cabal de 110 l/h entre 2 i 4 bars i un diàmetre d'abast de 8 m. Es disposaran en un marc de $6 \times 6 \text{ m}$ entre arbres aconseguint un reg subarbori.

S'ha dividit el terreny en 10 sectors intentant tenir un nombre d'aspersor per sector similar. En la **taula 4** es mostra els aspersors i el caudal de cada sector. Es regarà durant 10 dies seguits sempre començant pel mateix sector.

S'ha previst un reg nocturn amb l'objectiu de disminuir el cost energètic utilitzant tarifes nocturnes i reduir les pèrdues ocasionades per el vent. El temps de reg serà de 9,2 h.

Taula 4. Aspersors i caudal corresponent a cada sector.

Sectors	Nº aspersors	Caudal de cada sector	Hores de reg	Precipitació aportada	Interval de dies
1	151	16610 l/h	9,2	$28,17 \text{ l/m}^2$	15
2	165	18150 l/h			
3	152	16720 l/h			
4	155	17050 l/h			
5	155	17050 l/h			
6	149	16390 l/h			
7	156	17160 l/h			
8	146	16060 l/h			
9	162	17820 l/h			
10	148	16280 l/h			

9.2 Instal·lació de reg

Els criteris de disseny i de dimensionat són els de uniformitat i eficàcia dins de cada sector de reg. En la **taula 5** es pot veure els materials i diàmetres de cada canonada. Les canonades principal i secundària aniran enterrades a 60 cm de profunditat sobre terres seleccionades. Els laterals aniran connectats a la canonada secundària amb uns collarins de polipropilè i fibra de vidre. Els laterals seran de polietilè i aniran sobre el terreny. El **plànol 4** mostra la distribució de les canonades.

Taula 5. Detalls de canonades

Canonada	Material	PN <small>(bars)</small>	DN <small>(mm)</small>	Metres	Sistema d'execució
Principal	PVC	6	75	415	Enterrat
Secundària	PVC	6	50	836	Enterrat
Lateral	PEBD	4	25	8910	Al aire

Per al control i automatització s'instal·laran electrovàlvules a cada sector acompanyades d'un manòmetre. La instal·lació es farà dins d'una arqueta de polipropilè a l'inici del sector. El capçal de reg inclourà manòmetres, vàlvula de comporta vàlvula de retenció, ventosa, electrovàlvules i un comptador. La instal·lació estarà controlada per un programador de reg de 15 estacions. El capçal de reg anirà instal·lat dins una caseta prefabricada de 2 x 2 m.

El sistema de reg s'accionarà amb una electrobomba submergible marca IDEAL o equivalent model STI 0,21-11 de 9,2 kW amb el punt de funcionament:

- QB= 18 m³/h
- HB = 111 mca

9.3 Programació de la instal·lació de reg

En l'**annex 6**, s'ha elaborat la programació dels treballs amb el programa Microsoft Project, s'estima una duració de les obres de 22 dies.

10 Pressupost

10.1 Inversió inicial

La inversió inicial és de 28.703,54 €, desglossat en els següents capítols.

	IMPORT
Capítol 1. Preparació del terreny.....	924,91 €
Capítol 2. Plantació.....	11.827,12 €
Capítol 3. Instal·lació de tanca.....	6.985,00 €
Capítol 5. Seguretat i salut (1%).....	197,37 €
 PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL (PEM)	19.934,40 €
BENEFICI INDUSTRIAL (6%)	1.196,06 €
DESPESES GENERALS (13%)	2.591,47 €
SUBTOTAL	23.721,93 €
IVA (21%)	4.981,61 €
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA (PEC)	28.703,54 €

10.2 Inversió diferida

La inversió del 3r any és de 62.080,66 €, desglossat en els següents capítols.

	IMPORT
Capítol 4. Instal·lació de reg.....	42.687,69 €
Capítol 5. Seguretat i salut (1%).....	426,88 €
 PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL (PEM)	43.114,56 €
BENEFICI INDUSTRIAL (6%)	2.586,87 €
DESPESES GENERALS (13%)	5.604,89 €
SUBTOTAL	51.306,33 €
IVA (21%)	10.774,33 €
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA (PEC)	62.080,66 €

11 Avaluació econòmica

En l'**annex 8** es justifica la viabilitat del projecte. S'ha considerat els següents paràmetres que defineixen la inversió.

- vida útil del projecte, 30 anys
- la taxa d'actualització, 3%
- fluxos de caixa a preu de mercat resumides en les **taules 6 y 7**

S'ha realitzat una anàlisi amb finançament propi assumint el promotor tota la inversió i un altre amb finançament bancari a 10 anys sobre el 70 % de la inversió i un interès del 10%.

La **taula 6** mostra els fluxos de caixa en el cas de finançament propi. Exceptuant l'any 1 on hi ha un ingrés de 20.000 € en concepte de subvenció, els fluxos de caixa són negatius fins al 6è any en el què la plantació entra en producció. De l'any 6 a l'any 16 s'ha estimat un increment dels ingressos proporcional al augment esperat en la producció. A partir de l'any 16 fins al final de la vida útil de la inversió, els ingressos ordinaris són estables, en l'últim any hi ha un repunt producte de la venda de fusta. Els costos són tots ordinaris i reflecteixen les diferents operacions de manteniment que s'han planificat.

Taula 6. Resultats de l'anàlisi amb finançament propi.

Anys	INVERSIONS (K€)	ORDINARIS		EXTRAORDINARIS		ACTUALITZATS		ACTUALITZATS	P.B.
		COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS	FCi	FCi	Ki	
0	28.704							28.704	
1		2.348			20.000	17.652	17.137	-	17.137
2		2.073			-	2.073	-	1.954	15.184
3	62.081	2.832			-	2.832	-	2.592	12.592
4		2.832			-	2.832	-	2.516	10.076
5		4.132			-	4.132	-	3.564	6.511
6		2.921	4.464			1.543	1.293	-	7.804
7		2.387	8.928			6.541	5.318	-	13.122
8		2.476	13.392			10.916	8.617	-	21.739
9		2.741	26.784			24.043	18.427	-	40.166
10		2.843	33.480			30.637	22.797	-	62.962
11		3.064	44.640			41.576	30.035	-	92.998
12		2.735	55.800			53.065	37.219	-	130.216
13		3.388	62.496			59.108	40.250	-	170.466
14		2.912	64.728			61.816	40.868	-	211.334
15		4.820	69.192			64.372	41.318	-	252.652
16		3.044	71.424			68.380	42.612	-	295.264
17		3.450	71.424			67.974	41.125	-	336.389
18		2.930	71.424			68.494	40.233	-	376.622
19		2.930	71.424			68.494	39.061	-	415.683
20		3.450	71.424			67.974	37.636	-	453.319
21		2.930	71.424			68.494	36.819	-	490.138
22		2.930	71.424			68.494	35.746	-	525.884
23		3.450	71.424			67.974	34.442	-	560.326
24		2.930	71.424			68.494	33.694	-	594.020
25		4.230	71.424			67.194	32.092	-	626.113
26		3.450	71.424			67.974	31.519	-	657.632
27		2.930	71.424			68.494	30.835	-	688.467
28		2.930	71.424			68.494	29.937	-	718.404
29		3.450	71.424			67.974	28.844	-	747.249
30		2.930	92.483			89.553	36.895	-	784.143
Total						1.403.853	784.143	85.516	

La **taula 7** resumeix els resultats dels fluxos de caixa en el cas del **finançament bancari**. Com s'observa en la columna de fluxos de caixa, demanar un préstec suposa assumir per part del promotor, uns costos molt negatius entre el tercer i sisè any de la inversió. Això pot generar problemes de tresoreria. No obstant com mostra la **taula 8**, la situació no reverteix en l'obtenció d'indicadors financers molt millors que en el cas de finançament propi.

Taula 7. Resultats de l'anàlisi amb finançament bancari.

Anys	INVERSIONS (Ki)	ORDINARIS		EXTRAORDINARIS		FCi	ACTUALITZATS		P.B.
		COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS		FCi	Ki	
0	28.704							28.704	
1		2.348		20.000		17.652	17.137	-	17.137
2		2.073				- 2.073	- 1.954	-	15.184
3	18.624	2.832		8.691		- 11.524	- 10.546	17.044	4.638
4		2.832		8.257		- 11.089	- 9.852	-	5.214
5		4.132		7.822		- 11.954	- 10.312	-	15.526
6		2.921	4.464	7.388		- 5.844	- 4.894	-	20.421
7		2.387	8.928	6.953		- 412	- 335	-	20.756
8		2.476	13.392	6.518		4.398	3.472	-	17.284
9		2.741	26.784	6.084		17.959	13.764	-	3.520
10		2.843	33.480	5.649		24.987	18.593	-	15.073
11		3.064	44.640	5.215		36.361	26.268	-	41.340
12		2.735	55.800	4.780		48.285	33.866	-	75.206
13		3.388	62.496			59.108	40.250	-	115.456
14		2.912	64.728			61.816	40.868	-	156.324
15		4.820	69.192			64.372	41.318	-	197.642
16		3.044	71.424			68.380	42.612	-	240.254
17		3.450	71.424			67.974	41.125	-	281.379
18		2.930	71.424			68.494	40.233	-	321.612
19		2.930	71.424			68.494	39.061	-	360.673
20		3.450	71.424			67.974	37.636	-	398.309
21		2.930	71.424			68.494	36.819	-	435.128
22		2.930	71.424			68.494	35.746	-	470.874
23		3.450	71.424			67.974	34.442	-	505.316
24		2.930	71.424			68.494	33.694	-	539.011
25		4.230	71.424			67.194	32.092	-	571.103
26		3.450	71.424			67.974	31.519	-	602.622
27		2.930	71.424			68.494	30.835	-	633.457
28		2.930	71.424			68.494	29.937	-	663.394
29		3.450	71.424			67.974	28.844	-	692.239
30		2.930	92.483			89.553	36.895	-	729.133
Total						1.336.495	729.133	45.747	

Com resumeix la **taula 8**, els dos supòsits mostren indicadors solvents que garanteixen la inversió. En el supòsit del finançament propi veiem com el VAN és 698.627 € i el TIR té un valor de 20,4 %, mentre que el termini per recuperar la inversió és d'11 anys.

Lògicament, amb el finançament bancari disminueix el VAN i augmenta el TIR però en valors no significatius. Únicament el K/VAN és significativament superior. No obstant no s'aconsella escollir el finançament bancari a causa dels forts increments de fluxos de caixa suportats fins l'entrada en producció.

Taula 8. Indicadors dels supòsits analitzats.

	Finançament propi	Finançament bancari
VAN	698.627 €	683.386 €
TIR	20,9	21,73%
PB	11	12
VAN/K	8,17	14,94

L'estudi fet en l'**annex 8**, inclou una anàlisi de sensibilitat buscant situacions de rendibilitat negativa. Inclús amb desviacions del 100% de la inversió calculada, el VAN arriba al valor de 613.111 €. És necessària una disminució dels ingressos del 84,77%, per obtenir valors negatius del VAN.

En conseqüència, estem davant d'una inversió robusta amb indicadors financers sòlids.

Annex 1. Aptituds climàtiques

Índex

1 Introducció.....	1
2 Estudi climàtic.....	1
3 Precipitació.....	2
4 Temperatura.....	3
5 Diagrama ombrotèrmic.	4
6 Radiació solar i orientació.....	4
7 Gelades.....	5
8 Vent.....	6
9 Índex climàtics.....	8
9.1 Índex de Lang	8
9.2 Índex de Martonne	9
9.3 Índex d'Emberger.....	9
10 Classificació climàtica.....	11
10.1 Classificació agroclimàtica de Papadakis.....	11
10.2 Classificació UNESCO-FAO.....	12
11 Taules de dades.....	14

1 Introducció

En el present annex s'analitza el clima de la finca a fi de determinar la seva idoneïtat per al creixement de la tòfona.

S'analitzen les dades climàtiques de l'observatori d'Anglès i es determinen els índexs climàtics que permetran avaluar l'adaptabilitat el cultiu a la zona proposta.

2 Estudi climàtic

Les dades climàtiques necessàries per realitzar aquest projecte són les relatives a la pluviometria, a la temperatura, a la radiació solar i al vent.

Les estacions meteorològiques més properes a la nostra finca estan situades a Anglès i a Vilobí d'Onyar. Les dades utilitzades en els següents apartats s'han obtingut de l'estació meteorològica d'Anglès. S'ha optat per aquesta estació donat que presenta una orientació i una altitud similars i es troba a una distància de 6 km de la finca.

S'han utilitzat les normal climàtiques del període 2007-2016 obtingudes del servei meteorològic de Catalunya i s'ha completat la informació amb les taules de dades mensuals dels anuaris de 2014 a 2018.

Dades de l'estació:

Latitud: 41° 51' 53.6" N

Longitud: 02° 39' 52.0" E

3 Precipitació

La disponibilitat d'aigua es fonamental en la truficultura sobretot en els mesos d'estiu quan les precipitacions juguen un paper decisiu per la producció del següent any. La **figura 1** mostra la distribució pluviomètrica al llarg de l'any en la zona del projecte, arribant fins a 761,64 mm durant l'any i 164,2 durant l'estiu.

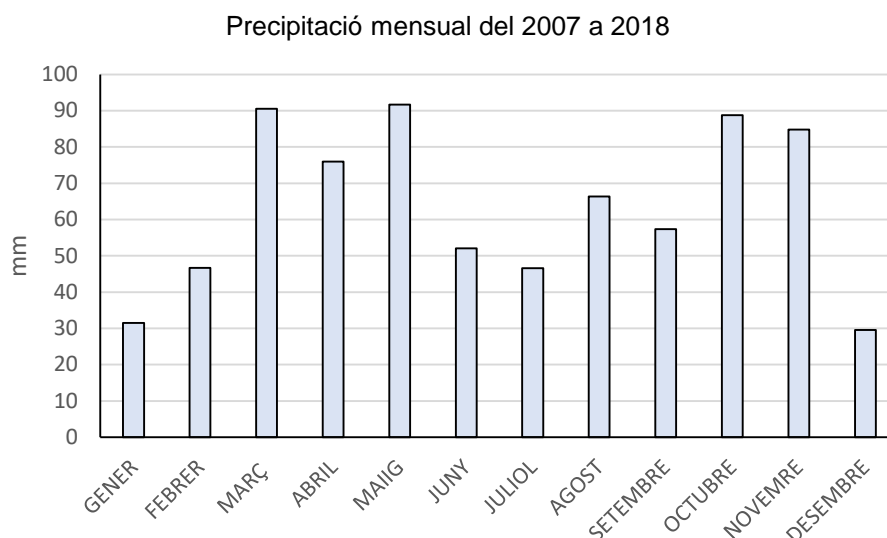


Figura 1. Precipitació mitjana mensual en el període de 2007 a 2018. Elaboració pròpia amb dades del servei meteorològic de Catalunya.

Hem de diferenciar entre les necessitats hídriques de la trufa i les necessitats hídriques de l'arbre hoste. No obstant, la literatura no conté informació sobre les necessitats hídriques de l'organisme simbiòtic arbre-fong. Les dades que existeixen només fan referència a la precipitació.

En el document *Mapa de aptitud para el cultivo de trufa negra en Catalunya*¹ es fa un recull de cites bibliogràfiques de diferents autors i les precipitacions recomanades. Aconsellen una precipitació anual entre els 485 i els 1500 mm i que la precipitació mínima a l'estiu sigui de 72 mm.

Altres autors també recomanen:

- Fortny i Estrada (1986) recomanen 30 l/m² cada 3 setmanes.
- Reyna (2007) indica que entre juliol i agost las truferas han de rebre entre reg i pluja 150 mm amb dosis de 30 a 40 l/m² tot i que varia en funció del sòl, freqüència quinzenal.
- Ricard (2003) indica necessitats mínimes de 300 l/m² en entre juny, juliol i agost.
- Sáez & De Miguel (1995) recomanen aportacions de maig a setembre de 50 a 60 l per mes.
- Sourzat (1994) recomana 60 l al maig, 60 al juny, 50 al juliol, 80 a l'agost i 60 al

¹ C. Colinas, J.M. Capdevila, D. Oliach, C.R. Fischer i J.A. Bonet. *Sol/sona* 2007

setembre per l'àrea de Quercy (França).

- Verlhac (1990) en la guia pràctica de trufficultura recomana dosis de reg de 15 mm cada 10 dies de maig a setembre sempre que el sol es mantingui amb saó.

En la **taula 1** es proposen valors tenint en compte els autors anteriors. També es compara amb la mitjana mensual de la precipitació de 2007 a 2018 obtinguda a partir de dades del servei meteorològic de Catalunya i es calcula el dèficit hídric. Com podem veure, el mes amb més necessitats de reg és juliol. Queda justificada la instal·lació de reg donat el dèficit dels mesos d'estiu.

Taula 1. Requeriments hídrics per al cultiu de *Tuber melanosporum* l/m².

	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre
Necessitats proposades	60,0	70,0	70,0	75,0	60,0
Precipitació 2007-2018	91,7	52,0	46,6	66,3	57,3
DÈFICIT	0,0	18,0	23,4	8,7	2,7

4 Temperatura

La temperatura és un dels factors climàtics que determinen la viabilitat del cultiu de trufa. També és necessària per conèixer les necessitats hídriques i poder dissenyar el reg.

Al final d'aquest annex trobareu les taules extretes de l'estació meteorològica d'Anglès amb els resultats de les series climàtiques del 2014 fins al 2018 i les normals climàtiques del període 2007-2016

La trufa negra prefereix climes mediterranis de marcada estacionalitat. Amb estius calorosos amb temperatures mitjanes de 28 °C i hiverns poc freds amb gelades que no superin els -10 °C. Tot i això la trufa pot suportar temperatures puntuals de 43 °C a l'estiu i -25 °C a l'hivern. A continuació es presenta una taula amb els rangs de temperatures òptims (dossier tècnic N26 El cultivo de la trufa negra) i els valors de la nostra finca.

Taula 2. Rangs de temperatura proposats per a la trufa negra. Font: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya i elaboració pròpia.

	Rang recomanat	Mitjana 2007-2018	2018	2017
Temperatura mitja anual (°C)	8,6 - 14,8	14,56	14,95	14,72
Temperatura mitjana de las màximes del més mes càlid (°C)	23 – 32	29,90	24,96	24,96
Temperatura mitjana del més mes càlid (°C)	17,4 - 23,5	23,36	24,07	24,05
Temperatura mitja de las mínimes del	(-2) – (-6)	1,36	4,5	4,14

mes més fred (°C)				
Temperatura mitja del mes més fred (°C)	1 - 8,2	7,06	5,19	4,93
Temperatura màxima absoluta (°C)	43,00	42,10	39,2	37,8
Temperatura mínima absoluta (°C)	(-9) – (-25)	-9,15	-5,5	-7,9

Aquets valors son orientatius ja que estan basats en observacions de llocs on creix la trufa. S'espera que alguns d'aquets valors s'ampliïn amb estudis futurs.

5 Diagrama ombrotèrmic.

El diagrama ombrotèrmic permet identificar el període sec en el qual la precipitació és inferior a dos vegades la temperatura mitjana.

El diagrama de la **figura 2**, mostra hiverns temperats amb un lleuger dèficit hídric a l'estiu com es veu en l'apartat de precipitació.

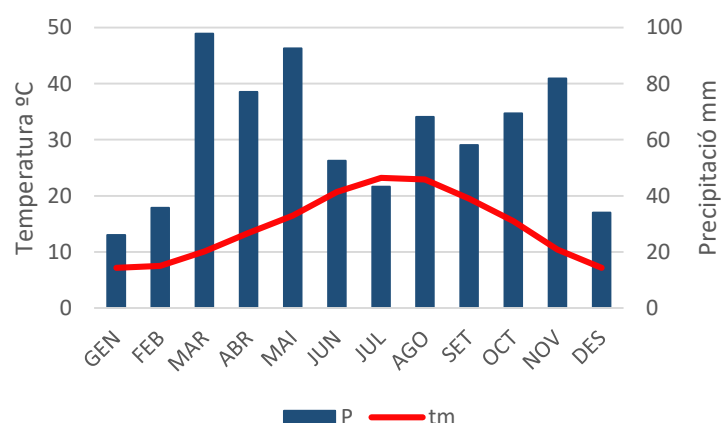


Figura 2. Diagrama ombrotèrmic de 2007 a 2016. Elaboració pròpia amb dades del servei meteorològic de Catalunya.

6 Radiació solar i orientació

La radiació solar augmenta durant els mesos d'estiu degut a la proximitat entre la terra i el sol, l'augment de la duració del dia i la perpendicularitat amb la que incideixen els rajos solars. La **figura 3** representa la irradiància solar, el màxim es produeix en el mes de juliol i comença a decreixer fins a desembre on es dona el mínim anual.

La orientació influeix en la insolació rebuda. Generalment la orientació de les truferas es cap al migdia (Reyna, 2000) i les millors solen estar sempre en aquesta posició. La influència de la orientació depèn a l'hora de la latitud i longitud, però també de l'exposició dels vents dominants. A mesura que ens dirigim cap a la zona de Valencia les truques acostumen a sortir amb orientació nord. En la **figura 4** veiem que la posició del sol es

cap al migdia.

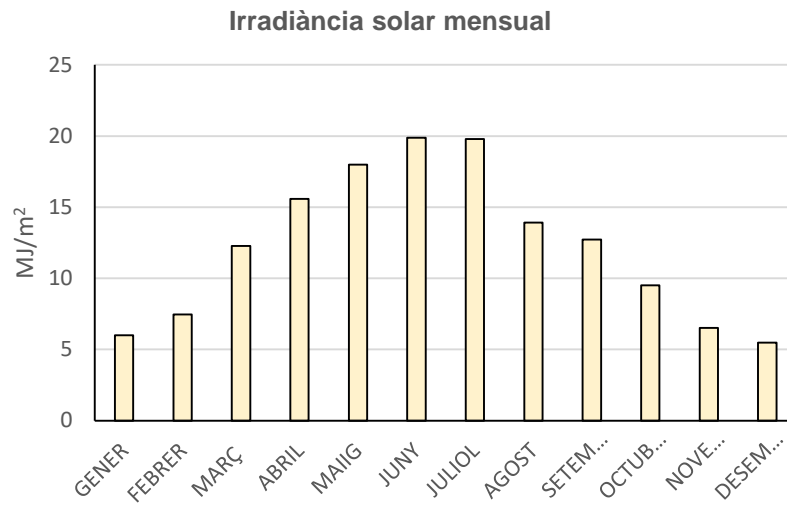


Figura 3. Mitjana mensual de la irradiació solar diària de 2014 a 2018.



Figura 4. Gràfic de la posició del sol el dia 15 de juny de 2019. Les línies vermelles indiquen la sortida i la posta del sol. El punt groc la posició del sol al migdia.

7 Gelades

El cultiu de trufa aguanta gelades extremes puntuals de fins a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. No obstant es preferible hiverns sense gelades fortes ni perllongades en varis dies. Segons Pierre Sourzat, (2012) amb cinc dies amb una mínima pròxima a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ es gelen la majoria de trufes. Es preferible no arribar a aquets extrems ja que la pròpia trufa se'n pot veure perjudicada. El període aproximat sense gelades en zones trufes a Europa és de 160 a 260 dies. En la **taula 4** es mostren els perides lliures de gelades.

Taula 4. Dades de les gelades i període lliure de gelades de 2014 a 2018.

	2018	2017	2016	2015	2014
Primera gelada	27 de novembre	7 de novembre	5 de novembre	22 de novembre	26 de novembre
Ultima gelada	1 d'abril	20 d'abril	24 de març	10 d'abril	15 de abril
Nº de dies del període de gelada	maig - octubre	maig - octubre	abril - octubre	maig - octubre	maig - octubre
Període lliure de gelades (dies)	240	201	226	226	225

En el cicle de vida del fong cal vigilar les tardors amb gelades primerenques que poden parar la maduració dels carpòfors. També cal vigilar las gelades tardanes. En la **taula 5** podem veure que hi ha anys que gela a l'abril a mitjans de primavera. Es pot fer ús d'un encoixinat per disminuir el risc.

Taula 5. Nombre mensual de dies de gelades mitjanes del 2007 al 2018

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	TOT
Dies	11,4	11,8	4,1	0,5	0	0	0	0	0	0,2	4,9	12,4	37,6

Un altre perill que presenten les gelades es durant els primers 2 anys del cultiu. Després de la plantació, el material vegetal encara es molt jove i s'està adaptant al nou terreny. Pren importància la elecció de l'espècie vegetal, s'hi aquesta no es correcte o els primers hiverns molt severos caldrà una feina de reposició de baixes.

8 Vent

El vent no és un factor limitant en el cultiu de trufa, però és un factor a tenir en comte per l'elecció del sistema de reg, la disposició dels arbres a la parcel·la, el marc de plantació. És per això que analitzem la velocitat mitjana i la direcció predominant.

En la **figura 5**, observem que la velocitat mitjana anual del vent és de 1,3 m/s. Els valors de velocitat mitjana mensual varien entre els 1.54 i 0.96 m/s. Durant l'any 2018, la velocitat mitjana més alta registrada va ser de 9.4 m/s el 21 de febrer i la rafega més alta de 23.6 m/s el 21 de març.

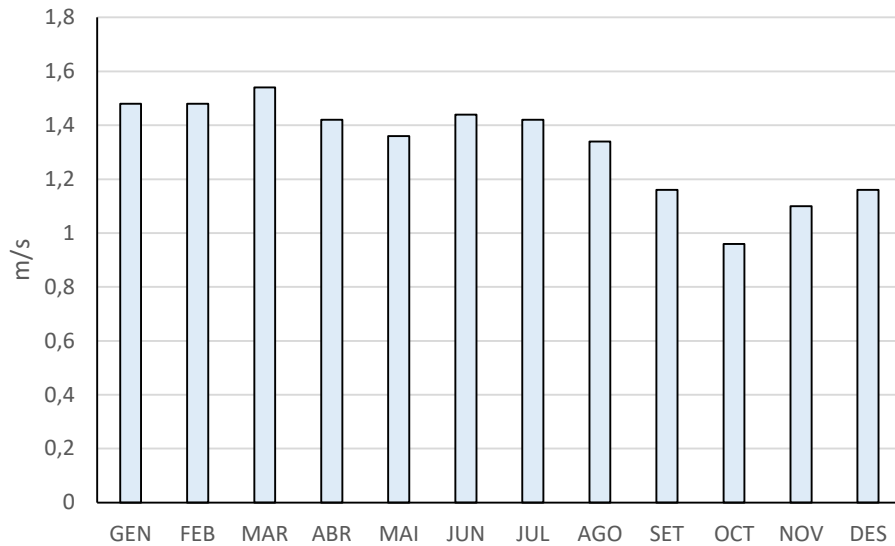


Figura 5. Velocitat mitjana mensual del període 2014-2018 a 10 m. Elaboració pròpia amb dades del servei meteorològic de Catalunya.

Taula 6. Dades de la direcció mitjana mensual del vent de 2014 a 2018.

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2018	NW	N	W	S	NW	SE	SE	NW	SE	NW	W	NW
2017	W	W	W	SE	SE	SE	SE	SE	E	SE	NW	NW
2016	W	W	W	SE	E	SE	SE	SE	SE	E	W	W
2015	W	NW	W	SE	SE	SE	SE	SE	SE	W	W	W
2014	NW	W	W	E	SE	NW	SE	E	W	W	W	NW

En la **taula 6** i la **figura 6**, veiem que la tendència dels vents es NW, N i W de l'octubre fins al març i de SE, S i E els mesos d'abril a setembre. La rosa dels vents ens mostra la direcció del vent de NW a SE.

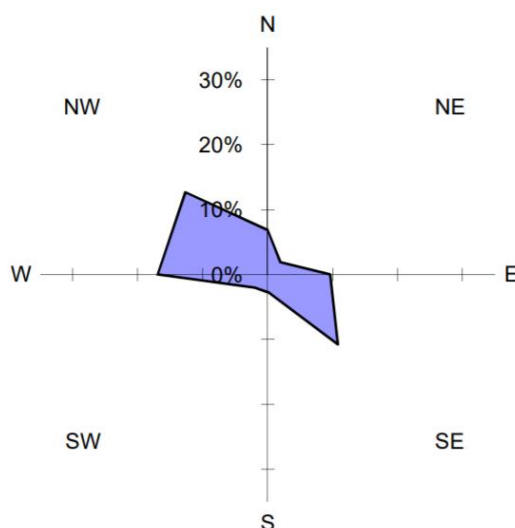


Figura 6. Roa dels vents. Font: Servei Meteorològic de Catalunya.

9 Índex climàtics

9.1 Índex de Lang

Índex que relaciona els valors de precipitació i temperatura. Està definit per la següent expressió.

$$I = \frac{P}{tm}$$

P: precipitació mitja anual en mm.

tm: temperatura mitja anual en °C.

Segons les nostres dades meteorològiques tenim que $P=761\text{mm}$ i $tm=14,56\text{ °C}$. Si apliquem la fórmula ens dona un valor entre 40 i 60 que correspon amb una zona humida d'estepa i sabana de la **taula 7**.

$$I = \frac{761}{14,56} = 52.26$$

Taula 7. Zones climàtiques segons Lang.

VALOR DE I	ZONA
0 - 20	Deserts
20 - 40	Arida
40 - 60	Humides d'estepa i sabana
60 - 100	Humides de boscos clars
100 - 160	Humides de grans boscos
>160	Perhúmedas amb prats i tundres

9.2 Índex de Martonne

L'índex de Martonne es similar a l'anterior, es més adequat per climes freds, donat que afegeix una constant en el denominador per evitar l'aparició de nombres negatius. S'executa a través de la fórmula:

$$I = \frac{P}{tm + 10}$$

P: precipitació mitja anual en mm.

tm: temperatura mitja anual en °C.

$$I = \frac{761}{14,56 + 10} = 30,98$$

L'índex de Martonne ens dona un valor d'entre 30 i 40 per tant dins la zona de subhumida de prats i boscos segons la **taula 8**.

Taula 8. Zones climàtiques segons Martonne.

VALOR DE I	ZONA
0 - 5	Deserts
5 - 10	Arit
10 - 20	Semiarid de tipus mediterrani
20 - 30	Regio de oliveres i cereals
30 - 40	regió sub humida prats i boscos
>40	Zons humida a molt humida

9.3 Índex d'Emberguer

L'índex d'Emberguer s'obté considerant la precipitació mitja anual, la temperatura mitja de les màximes del mes més càlid i temperatura mitja de les mínims del mes més fred. L'índex d'Emberguer es calcula amb la següent fórmula:

$$Q = \frac{100 * P}{2 * (T_{12} + t_1) / (T_{12} - t_1)} \quad \text{amb } T_{12} \text{ i } t_1 \text{ en } ^\circ\text{C}$$

Q: índex d'Emberguer

P: precipitació mitja anual en mm

T₁₂: temperatura mitjana de las màximes del mes més càlid.

t₁: temperatura mitja de las mínims del mes més fred.

Segons les nostres dades tenim que P=761 mm, T₁₂=29,9, i t₁=1,36. Determinem l'índex d'Emberguer.

$$Q = \frac{100 * 761}{2 * (29,9 + 1,36) / 2 * (29,9 - 1,36)} = 85,3$$

Donat que la temperatura mitjana del mes més fred pot ser considerada un factor limitant, Emberguer classifica els hiverns en funció dels valors de t_1 . Seguint la **taula 9**, en la parcel·la del projecte trobem un hivern fresc amb gelades freqüents.

Taula 9. Tipus d'hiverns segons Emberguer.

HIVERN	t_1 °C	GELADES
Molt fred	<-3	Molt freqüents i intenses
Fred	-3-0	Molt freqüents
Fresc	0-3	Freqüents
Temperat	3-7	Dèbils
Suau	>7	No se'n produeixen

Per determinar el clima mediterrani es fa a través de la **Figura 7**, tenint en compte que $Q=85,3$ i que $t_1=1,3$ °C. Els valors obtinguts donen un clima Mediterrani temperat o subhumit.

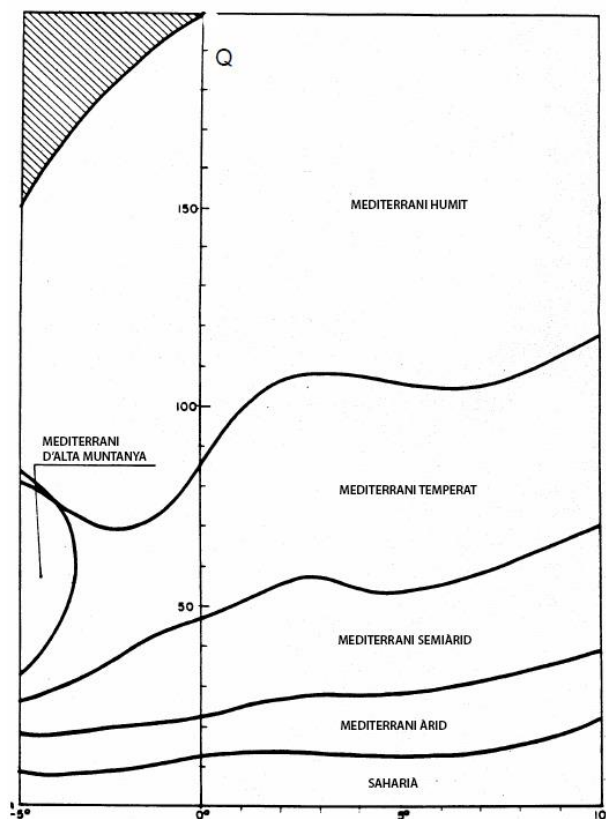


Figura 7. Determinació del gènere del clima mediterrani.

10 Classificació climàtica

10.1 Classificació agroclimàtica de Papadakis.

El sistema defineix un tipus d'hivern i un tipus d'estiu que junts defineixen el règim tèrmic. D'altra banda amb funció de les precipitacions i el balanç de l'aigua en el sòl, obtenim el règim hídric. Amb el règim hídric i el tèrmic obtenim finalment el tipus climàtic. La **figura 8** en mostra un esquema.

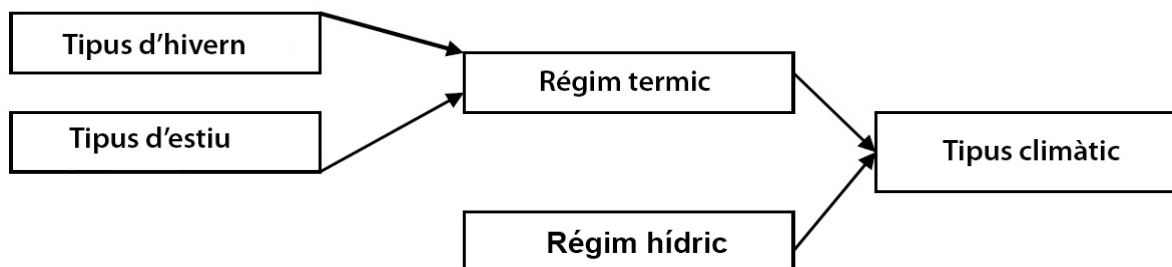


Figura 8. Esquema de classificació de Papadakis

A continuació donem les dades utilitzades i el resultat per cada apartat.

Tipus d'hivern

- Temperatura mitja de las mínimes absolutes del mes més fred (t'a1):.....7,4 °C
- Temperatura mitja de las mínimes del mes més fred (t1):.....1,1 °C
- Temperatura mitja de les màximes del mes més fred (T1):.....14,1 °C

Atenent a aquets paràmetres, tenim un tipus d'hivern: **Avena càlida (Av)** que Papadakis interpreta com un hivern suau com per cultivar avena però no cítrics.

Tipus d'estiu

- Duració de la estació lliure de gelades (període en que la temperatura mitjana de les mínimes absolutes es troba per sobre de 7 °C).....6 mesos.
- Mitjana de les mitges de las màximes dels mesos més càlids.....21,313 °C.
- Mitjana de las màximes del mes més càlid.....24.96 °C.

Tenint en compte els resultats anteriors es tracta d'un tipus d'estiu **Maiz (M)**, estiu prou llarg i càlid per cultivar blat de moro però no per al cultiu d'arròs.

Règim tèrmic

Segons el règim d'estiu i d'hivern trobem que tenim un règim **Temperat càlid (TE)**.

Règim hídric

Sabent que la precipitació a l'hivern és major que l'estiu i que estem situats en una zona superior a la latitud 20°. Tenim un règim **mediterrani humit (ME)**

Tipus climàtic

Fent ús de les classificacions de règim tèrmic TE i de règim hídric Me trobem que estem en un clima **mediterrani temperat fresc**.

10.2 Classificació UNESCO-FAO

Temperatura

Fem una primera divisió utilitzant la temperatura mitjana mensual del mes més fred. En el nostre cas és gener amb 7,16 °C i per tant es determina que pertany a la classe 1 $10 > t_m > 0$ per tant càlid.

A continuació es dóna importància al rigor de la estació freda i es defineix el tipus d'hivern. En la **taula 10** es mostren les temperatures mitjanes mínimes del mes més fred. Donat que la temperatura mitjana mínima és 1,8 °C tenim un hivern moderat.

Taula 10. Temperatura mitjana mensual i temperatura mínima mensual de 2007 a 2018.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
tm	7,16	7,50	10,20	13,45	16,59	20,94	23,29	23,11	19,48	15,57	10,32	7,18
tnm	2,02	1,80	4,64	7,82	10,80	14,98	17,09	17,31	14,04	10,45	5,42	2,26

Aridesa

Per últim calculem el període de sèquia anual amb temperatura mitjana mensual i les precipitacions. La **taula 11** mostra que els mesos de juliol i agost són els més secs.

Si la precipitació mensual en mm, és igual o menor al doble de la temperatura mitjana mensual en °C, significa que és un mes sec. $P < 2t_m$

Si la precipitació supera el doble de la temperatura però no arriba a tres vegades aquesta, estem en un mes subsec. $2t_m < P < 3t_m$.

Taula 11. Balanç entre t_m i P.

	$2t_m$	$3t_m$	P	Balanç
Gener	14,31	21,465	31,509	humit
Febrer	14,99	22,492	46,655	humit
Març	20,40	30,601	90,509	humit
Abril	26,90	40,354	75,991	humit
Maig	33,18	49,763	91,7	humit

Juny	41,88	62,826	52,018	sub-sec
Juliol	46,59	69,879	46,582	sec
Agost	46,22	69,333	66,3	sec
Setembre	38,97	58,454	57,3	sub-sec
Octubre	31,14	46,709	88,764	humit
Novembre	20,63	30,952	84,791	humit
Desembre	14,35	21,528	29,518	humit

Considerem com a període sec aquell format per varis mesos secs consecutius. Diem que estem en un clima xèric mediterrani donat que la estació càlida coincideix amb els dies més llargs. Només tenim un període de sequera anual (període en el que la corba de precipitacions va per sota la corba de temperatures en el diagrama ombrotèrmic), que dura poc més de dos mesos.

11 Taules de dades.

Resum de les dades utilitzades en l'annex 1. S'inclou el recull de normals climàtiques del servei meteorològic de Catalunya.

Taula 12. Temperatura mitjana de les temperatures màximes (°C).

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	8,95	9,62	11,16	17,10	16,32	21,74	22,53	22,51	21,06	18,04	12,88	8,12
2015	7,66	6,85	11,28	19,60	18,88	23,15	23,48	23,48	18,83	15,59	12,17	8,64
2016	9,83	9,82	10,55	13,58	16,15	21,25	24,98	23,88	21,69	15,95	11,37	8,60
2017	5,73	10,56	12,58	19,20	18,60	24,01	24,24	24,96	18,66	16,99	9,77	6,64
2018	9,85	5,88	10,57	14,89	17,02	21,81	25,01	24,96	21,69	16,31	11,90	9,43
Mitja	8,41	8,54	11,23	16,87	17,39	22,39	24,05	23,96	20,39	16,58	11,61	8,29

Taula 13. Temperatura mitjana de les temperatures mínimes (°C).

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	7,42	7,94	9,39	16,30	14,76	20,04	20,99	21,10	19,66	16,31	11,39	6,51
2015	5,63	5,17	9,90	18,60	17,12	21,40	21,96	21,96	17,34	14,16	10,27	6,80
2016	8,17	8,12	9,00	12,01	14,66	19,65	23,18	22,16	20,06	14,66	9,92	6,81
2017	4,15	9,01	10,75	16,60	16,96	22,26	22,54	23,21	17,23	15,37	7,68	4,66
2018	8,13	4,53	8,82	13,23	15,46	20,14	23,20	23,24	20,16	14,96	10,54	7,62
Mitja	6,70	6,95	9,57	15,35	15,79	20,70	22,37	22,33	18,89	15,09	9,96	6,48

Taula 14. Temperatura mitjana mensual (°C).

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	8,17	8,77	10,26	16,60	15,51	20,87	21,73	21,77	20,33	17,15	12,11	7,30
2015	6,63	5,99	10,57	19,00	17,96	22,25	22,70	22,70	18,05	14,86	11,19	7,68
2016	8,99	8,95	9,76	12,78	15,39	20,43	24,05	22,99	20,86	15,28	10,63	7,67
2017	4,93	9,78	11,63	18,00	17,76	23,11	23,35	24,05	17,92	16,16	8,69	5,63
2018	8,98	5,19	9,67	14,04	16,21	20,95	24,07	24,07	20,91	15,61	11,20	8,51
Mitja	7,54	7,74	10,38	16,08	16,56	21,52	23,18	23,12	19,61	15,81	10,77	7,36

Taula 15. Temperatures màximes absolutes mensuals (°C).

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	18,9	22,3	28,6	26	27,4	35,4	34,7	33,4	30,9	30,7	23,5	18,8
2015	21,5	18,2	24,6	26,5	33,7	35,4	36,5	36,5	31,2	30,2	25,4	20,5
2016	22,1	22,7	24,8	27,1	29,2	35	38	39,3	36,9	26	24	19,1
2017	21,1	21,2	25,4	25,7	32,3	36,6	36,8	37,8	33,7	28,7	24,1	20,3
2018	20,7	19,8	25,6	27,9	27,9	34,2	37,6	39,2	33	29,1	24,3	20,5
Mitja	20,86	20,84	25,8	26,64	30,1	35,32	36,72	37,24	33,14	28,94	24,26	19,84

Taula 16. Temperatures mínimes absolutes mensuals (°C).

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	-1,3	-1,5	-2,3	3,9	4,8	9,3	10,8	13,3	9,1	5,9	1,8	-3,7
2015	-3,5	-6,6	0,9	-0,7	6,2	10,5	11,2	11,2	7,8	3,5	-6,2	-2,2
2016	-5,80	-4,60	-1,10	2,3	1,5	8,5	9,7	11,7	8,8	4,3	-0,7	-1,2
2017	-7,9	-3	1,1	-0,3	4,6	9,1	10,9	11,4	7,6	5,3	-3,3	-5,5
2018	-3,1	-5,5	-3,9	-1,3	4,1	10	13,4	14,5	7	3,5	-0,1	-0,5
Mitja	-4,32	-4,24	-1,06	0,78	4,24	9,48	11,2	12,42	8,06	4,5	-1,7	-2,62

Taula 17. Nombre de dies de precipitació (PPT \geq 0,1 MM)

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	12	13	9	11	13	7	13	16	17	9	18	16
2015	10	11	13	9	4	9	5	10	11	11	11	19
2016	5	10	10	14	18	7	3	6	8	19	16	15
2017	20	14	6	8	9	9	8	8	15	6	8	12
2018	9	17	17	9	16	11	8	12	9	18	19	11
Mitja	11,2	13	11	10,2	12	8,6	7,4	10,4	12	12,6	14,4	14,6

Taula 18. Dies de glaçada

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	4	17	4	1	0	0	0	0	0	0	1	5
2015	14	19	0	3	0	0	0	0		0	6	11
2016	9	8	7	0	0	0	0	0	0	0	2	8
2017	18	3	0	1	0	0	0	0	0	0	11	22
2018	4	17	4	1	0	0	0	0	0	0	1	5
Mitja	9,8	12,8	3	1,2	0	0	0	0	0	0	4,2	10,2

Taula 19. Precipitació mensual (mm)

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
2014	12,1	25,9	136,9	0	29,3	54,3	113,1	0,152	106,7	15,7	73,5	2,4
2015	21,4	31,2	44,1	0	90,4	59,9	119,3	96,3	148,9	24,6	151,6	47,6
2016	4,3	63,1	26,5	113,7	103,1	25,6	3,3	91,1	29,3	111,2	45,7	36,2
2017	79,3	57,2	64,4	0	12,1	23,7	42,5	45,5	74	42,8	7,5	10,4
2018	32,40	133,80	51,00	142,90	163,20	76,00	80,20	70,00	33,40	309,00	188,10	8,30
Mitja	29,9	62,24	64,58	51,32	79,62	47,9	71,68	60,61	78,46	100,66	93,28	20,98



Servei Meteorològic
de Catalunya

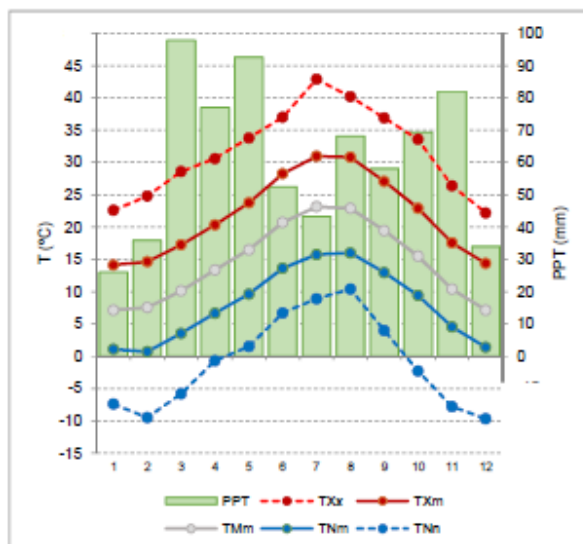


Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

ANGLÈS

Normals climàtiques
(període de referència 2007-2016)

X UTM: 469428
Y UTM: 4645508
Altura: 150
Comarca: Selva



Variable	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	ANY
TMm	7.2	7.5	10.1	13.4	16.5	20.7	23.2	22.9	19.5	15.5	10.4	7.2	14.5
TXm	14.1	14.6	17.3	20.3	23.8	28.3	31.0	30.8	27.1	22.9	17.6	14.4	21.8
TNm	1.1	0.7	3.5	6.7	9.6	13.6	15.8	16.0	13.0	9.4	4.6	1.4	7.9
TXx	22.6	24.8	28.6	30.6	33.8	37.0	42.9	40.2	36.9	33.6	26.4	22.2	42.9
dTXx	19-01-07	16-02-07	16-03-14	08-04-11	08-05-07	21-06-12	05-07-13	22-08-12	04-09-16	12-10-11	06-11-13	07-12-10	05-07-15
TNx	-7.4	-9.5	-5.8	-0.7	1.5	6.7	8.9	10.4	4.0	-2.3	-7.8	-9.7	-9.7
dTNx	23-01-11	11-02-12	06-03-08	09-04-13	01-05-16	03-06-13	18-07-09	31-08-12	28-09-07	29-10-12	16-11-07	20-12-09	20-12-09
dG	11.5	12.2	4.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.7	12.2	45.9
dEstiu	0.0	0.0	0.4	3.6	12.1	23.4	28.9	29.2	21.8	9.7	0.7	0.0	129.8
dCàlids	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	10.9	19.6	18.7	6.0	1.3	0.0	0.0	58.1
nTropical	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4
HRMm	77	73	72	75	74	71	69	73	76	80	80	78	75
PPT	26.1	35.8	97.8	77.0	92.6	52.5	43.3	68.2	58.1	69.4	81.9	34.0	736.5
PPTx24h	37.0	33.4	112.8	49.5	45.9	38.3	103.2	73.7	86.9	52.7	67.5	68.6	112.8
dPPTx24h	03-01-08	27-02-16	12-03-11	05-04-16	20-05-12	08-06-13	26-07-11	08-08-13	28-09-14	27-10-11	15-11-11	26-12-08	12-03-11
PPTx1h	10.4	12.1	13.9	19.7	22.9	20.6	45.2	43.4	26.9	25.9	19.1	16.6	45.2
dPPTx1h	03-01-08	27-02-16	06-03-13	29-04-11	14-05-11	05-06-08	26-07-11	08-08-13	28-09-14	27-10-11	30-11-14	26-12-08	26-07-11
dPPT>0.2	4.7	5.6	8.6	10.2	9.2	7.0	5.4	6.5	6.4	7.1	6.7	3.8	81.2
dPPT>5.0	1.3	2.4	4.0	3.9	4.7	3.1	2.1	3.2	2.9	3.7	3.4	1.6	36.3
dPPT>10.0	0.8	1.2	2.6	1.8	3.0	1.5	1.3	1.7	1.4	2.0	2.2	0.9	20.4
RS24h	7.3	10.4	14.2	17.5	20.9	24.2	23.8	21.3	16.4	11.4	7.9	6.5	15.1
dSol	9.0	9.5	11.3	8.3	8.5	13.3	14.0	13.0	9.3	8.9	7.6	9.3	121.8
dCob	4.0	4.6	6.4	7.1	7.1	3.5	3.5	2.8	3.5	4.8	5.8	4.8	57.8
VVm	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.2	1.0	1.2	1.3	1.3
VVx	27.1	24.4	23.4	18.1	25.2	23.7	17.7	15.4	17.9	18.1	22.8	27.0	27.1
dVVx	24-01-09	09-02-16	30-03-10	09-04-13	14-05-07	27-06-08	29-07-13	08-08-13	26-09-12	30-10-08	21-11-13	16-12-11	24-01-09

Annex 2. Aptituds edàfiques

Índex

1 Objecte	1
2 Edafologia general de la zona.....	1
3 Anàlisi i presa de mostres	1
4 Característiques edàfiques necessàries.....	2
Textura.....	2
Matèria orgànica	3
Relació C/N	3
Pedregositat.....	3
El pH	3
Carbonat càlcic equivalent	3
Macronutrients (N/P/K)	3
Conductivitat	4
5 Antecedents de cultiu.....	4
6 Anàlisis de sòl i comparació amb les necessitats de la tòfona	4
6.1 Anàlisi dels primers 30 cm.....	4
6.2 Estudi del perfil del sòl fins a 110 cm de sòl	5

1 Objecte

En aquest annex s'analitza les aptituds de sòl pel cultiu de *Tuber melanosporum*. Per fer-ho s'utilitza una anàlisi de sòl encarregat a una empresa privada. Al final de l'annex es comparen els resultats de l'anàlisi amb els rangs d'idoneïtat del cultiu.

2 Edafologia general de la zona

En la zona trobem sòls desenvolupats a partir de dipòsits procedents de la meteorització de granitoides i esquists als peus de muntanya i vessant de pendent suau i moderat. Sòls profunds ben drenats, amb textures mitjanes o moderadament grosses. Sovint presenten revestiment argilós dels elements estructurals i dels elements grossos. Els dipòsits s'atribueixen al plistocè superior-Holocè.

En la finca trobem una terrassa fluvial formada per graves amb matriu sorrenca a la base que passen transicionalment cap al sostre a llims argilosos. La majoria de còdols són de granitoides i de roques metamòrfiques del paleozoic amb presència de còdols de quars i de basalt. El gruix màxim de la terrassa és de 5 m.

3 Anàlisi i presa de mostres

S'ha realitzat l'anàlisi del sòl de la zona a causa de la importància que té per calcular la freqüència de reg i per assegurar-nos de l'aptitud del terreny cap al cultiu de tòfona.

Per l'anàlisi químic s'han pres 3 mostres de sòl de la capa superior que és on es desenvoluparà el miceli de la tòfona. Mostres preses de 0 a 30 cm de sòl.

Per l'estudi del perfil s'ha profunditzat més en el sòl fins a arribar als 110 cm que és la fondària mitjana a la qual arriben les arrels durant la plantació. S'ha fet un sondeig al mig de la parcel·la.

L'anàlisi ha estat realitzat per una empresa privada que en el seu catàleg ofereix una anàlisi específic per al cultiu de tòfona. En la **figura 1** es mostren els punts de mostreig.



Figura 1. Croquis de la posició de la cala i les mostres.

4 Característiques edàfiques necessàries

Els paràmetres edàfics més rellevants i el rang aproximat per a un correcte desenvolupament del cultiu són els següents.

Textura

Per al cultiu de tòfona són recomanables les textures de tipus franc, franc argilós, franc arenós i franc argilós. En general es troben tofoneres silvestres en totes les textures excepte en les extremes. La textura de la capa superior és franco-argil·loarenosa com es mostra en la **figura 2**.

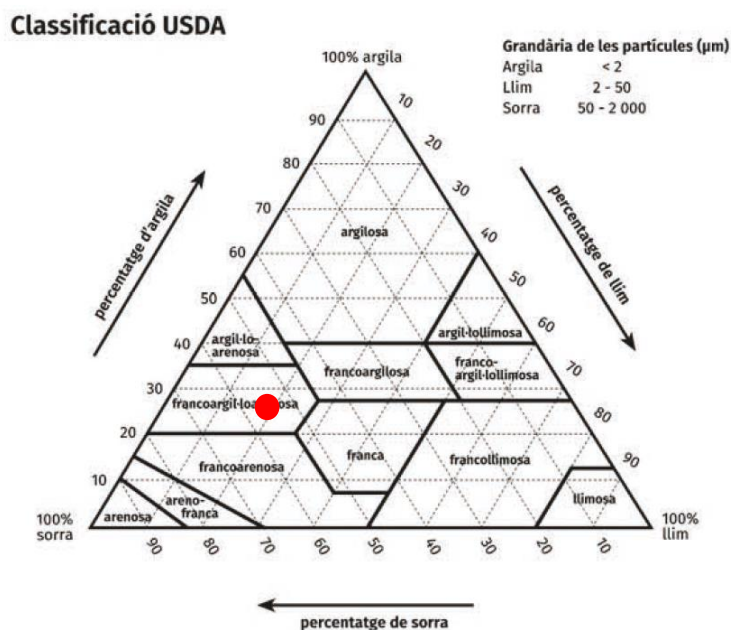


Figura 2. Triangle de textures del sòl. El punt vermell marca la textura dels primers 30 cm.

Matèria orgànica

La matèria orgànica millora l'estructura del sòl, afavoreix la formació d'agregats, augmenta la porositat i la capacitat de retenir aigua. Per al cultiu de tòfona es recomanen valors de l'1 al 10%. En la parcel·la els valors són de 1,8 un pèl baixos però no limitants. En les tofoneres silvestres trobem valors entre 0,5 i 17%.

Relació C/N

La relació C/N és un indicador del grau d'evolució de la matèria orgànica i de la velocitat d'humificació. En tofoneres silvestres s'han trobat valors d'entre 5 i 20. Per al cultiu són recomanables valors entre 5 i 15.

Pedregositat

La presència de pedres en la zona superficials redueix l'evapotranspiració en els mesos d'estiu protegeix el sòl de la compactació i redueix l'erosió de l'aigua de pluja. En les tofoneres naturals la pedregositat és molt variable. La finca presenta una pedregositat d'un 30% que és un valor correcte. En els cultius es sol agrupar les pedres superficials sobre els cremats.

El pH

El grau d'acidesa o basicitat és un dels paràmetres que més condicionen la producció de trufes, en les zones tofoneres està sempre entre 7,5 i 8,5 (pH mitjà en aigua). El sòl de la finca té un pH de 7,83. Fora d'aquest rang és necessari una esmena per corregir el pH.

Carbonat càlcic equivalent

La presència de carbonat calci és un requeriment indispensable per al cultiu de *Tuber melanosporum*. El carbonat càlcic prové de la roca mara i/o del material groller. Sí no està present en el material groller, la seva concentració ha de superar el 1%. La finca presenta una concentració de carbonats totals de 13%.

Macronutrients (N/P/K)

La importància del nitrogen, fòsfor i potassi de cara a la producció de tòfona es baixa. En general la majoria de sòls tenen quantitats suficients d'aquest nutrients per fer viable la plantació. L'abonat resulta innecessari, ja que les micorrizes milloren la capacitat d'absorció de les arrels.

Per al cultiu de tòfona són necessaris valors de nitrogen (kjeahl) entre el 0,1 i el 0,5%, valors de fòsfor assimilable (determinat pel mètode Olsen i expressat com P₂O₅) entre 5 i 150 ppm i valors de potassi assimilable (expressat com K₂O) entre 50 i 500 ppm.

Conductivitat

En els sòls tofoners silvestres es tracta d'un paràmetre estable amb poca variació que es manté en valors baixos. Per al cultiu de la tòfona es recomanen valors inferiors al 0,35 ds/m. En la finca trobem valors de 0.06 ds/m.

5 Antecedents de cultiu

El cultiu anterior a la plantació pot influir en el futur desenvolupament de l'explotació. Són preferibles els cultius de cereals, lleguminoses, fruiters i vinyes, ja que aquests cultius formen micorrizes compatibles amb les del gènere *Tuber*. En el cas dels cultius llenyosos convé plantar cereals o lleguminoses durant un o dos anys abans de la plantació per eliminar la presència de fongs com *Armillaria spp.* o *Phytophthora spp.*

El masover actual ens comenta que fa 25 anys que planta cereals al camp per l'alimentació del bestiar. El cultiu de cereals és un bon precedent per al cultiu de tòfona.

6 Anàlisis de sòl i comparació amb les necessitats de la tòfona

6.1 Anàlisi dels primers 30 cm

Els paràmetres pel bon desenvolupament de la tòfona encara són objecte de debat. Tal com es mostra en la **taula 1**, els valors de l'anàlisi entren en els intervals proposats per Reyna.

Taula 1. Rangs recomanats segons S. Reyna dels principals paràmetres edàfics per al cultiu de tòfona negra i resultats de l'anàlisi.

Paràmetres	Rang recomanat	Resultats de l'anàlisi
pH (1:2,5)	7,5 - 8,5	7,83
Matèria orgànica oxidable (%)	1 - 10	1,37
Carbonats totals (% CaCO ₃)	1 - 83,7	13
Calci intercanviable (% CaO)	0,1-30	0,52
Nitrogen (Kjeldahl) (%)	0,1 - 0,5	0,158
Fòsfor assimilable (ppm)	5 - 150	24
Potassi assimilable (ppm)	50 - 500	184
Relació C/N	5 - 15	9,71
Textura	Presència d'argiles < 45%	francoargil·loarenosa
Estructura	Granular	Granular
Conductivitat 1:5 (mmhos/cm)	0-0,35	0,06

6.2 Estudi del perfil del sòl fins a 110 cm de sòl

Es comprova el perfil del sòl per conèixer els materials dels estrats més profunds. Com mostra la **taula 2**, el perfil és correcte. Existeix prou profunditat per al cultiu de tòfona.

Taula 2. Resultats del sondeig.

Profunditat	0-45 cm	45-60 cm	60-110 cm
Grossos (%)	36,8	24,6	11,0
Sorra (%)	55	80,50	59,30
Llim (%)	18,3	10,9	19,5
Argila (%)	26,3	8,6	21,2
Textura	Franco-argil·loarenosa	Areno-franca	Franco-argil·loarenosa
Permeabilitat	Mitjana	Mitjana	Mitjana
Observacions	Pedregós	Pedregós	

Annex 3. Estudi de mercat

Índex

1 Objecte	1
2 Mercat de la tòfona	1
3 Anàlisis de producció	4
4 Anàlisis de preus	5
5 Legislació i normativa	7
6 Comercialització	8
7 Futur de la tòfona.....	9
8 Mercats futurs	9

1 Objecte

El següent annex té la finalitat de descriure la situació dels mercats de tòfona negra citant produccions i preus així com peculiaritats de la comercialització d'aquest producte.

Una part de la informació prové de fonts múltiples analitzades per Reina. Com són els anuaris estadístics del Ministeri d'Agricultura de 1986 fins al 2003, dades proporcionades pel grup europeu Tuber i dades preses entre els principals majoristes. D'altra banda també s'ha utilitzat dades del pla d'acció per al desenvolupament tofoner a Catalunya publicat l'octubre del 2018 pel departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya i també s'han utilitzat dades públiques de l'observatori forestal català.

2 Mercat de la tòfona

El mercat de la tòfona negra presenta peculiaritats derivades de l'explotació i de la naturalesa pròpia del producte. Els factors que caracteritzen el mercat són:

L'oferta no satisfà a la demanda quantitativament.

Les produccions no són estables d'any a any.

S'exporta la totalitat del producte i no es dona el valor real de la tòfona.

Els agents que intervenen en la comercialització de tòfona negra, així com els canals de comercialització es presenten de manera esquemàtica en la **figura 1** (Reina 2012).

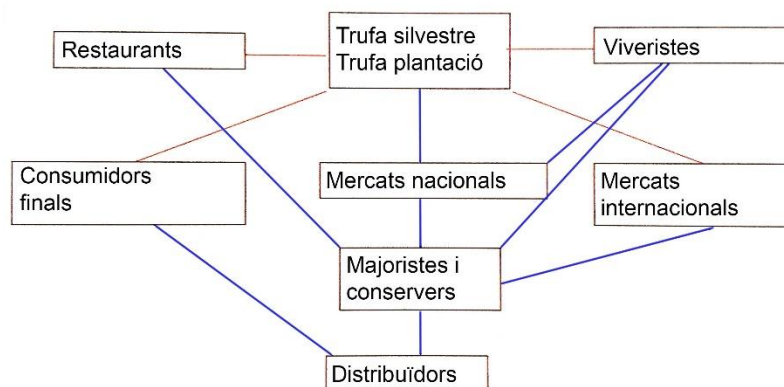


Figura 1. Esquema dels fluxos de tòfona. En blau els fluxos fàcilment avaluable i en vermell els fluxos de difícil comptabilització.

El mercat espanyol és poc transparent semblant a l'italià, en canvi el francès és més clar i fiable. En el territori la compravenda de producte es realitza en mercats locals amb forta tradició d'explotacions de tòfona. Els principals mercats són l'Estació de Mora de Rubielos, Vic a Barcelona i Morella a Castelló. Els dies de mercat són variables,

s'indiquen a la **taula 1** i a la **figura 2** juntament amb la situació dels principals mercats. Alguns d'aquests mercats ja quasi no funcionen perquè han estat substituïts per la compra en línia. També cal nomenar noves fires que estan sorgint com:

- Fitruf. Fèria Internacional de la Tòfona. A la població de Sarrió (Terol).
- “La Feria de la Tòfona en Navarra”.
- Fira de la Tòfona del Berguedà.
- Fira de la Tòfona de Centelles.
- Fira del Trumfo i la Tòfona de Solsona

Taula 1. Situació i dia de celebració dels principals mercats a Espanya.

Província	Població	Dia de la setmana
Barcelona	Vic	Dissabte
	Centelles	Diumenge
	Montmajor	Dimecres
Lleida	Solsona	Divendres
	Coll de Nargó	Diumenge
	Organyà	Diumenge
	Artesa de Segre	Diumenge
Castelló	Morella	Divendres
	Vistabella	Dijous
	Benasal	Dijous
Osca	Graus	Dimecres
	Benabarre	Dilluns
Terol	Estación Mora de Rubielos	Divendres
Guadalajara	Molina d'Aragó	Dijous

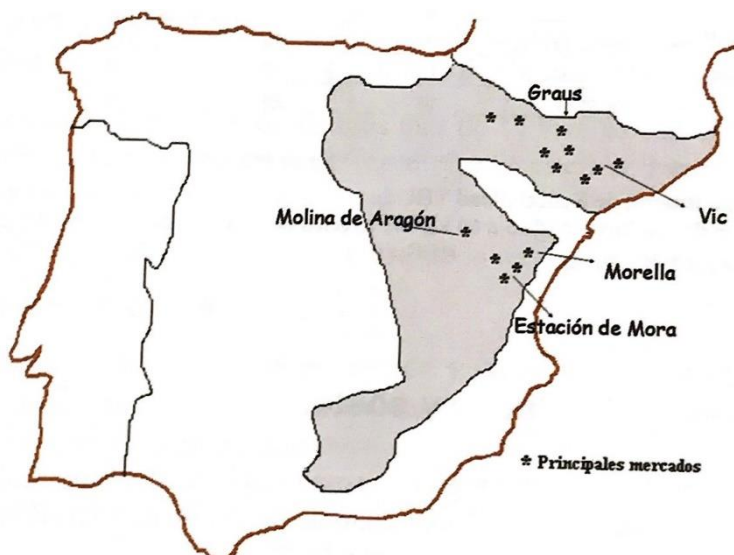


Figura 2. Situació dels principals mercats. En ombrejat la zona de distribució.

Molts tubercultors venen la seva producció directament al consumidor a través d'Internet. Espanya no és un gran consumidor de tòfona a diferència de França i Itàlia. La major part de la producció de tòfona s'exporta a França i representant al voltant del 90% de les exportacions. Altres països importadors de tòfona espanyola a més de França són Itàlia, els Estats Units, Alemanya, Bulgària, el Regne Unit, Portugal i el Japó, però en quantitats molt inferiors a les franceses **figura 3**.

Existeix també una venda de producte elaborat i envasat per part de la indústria que produeix tota mena d'aliments tòfonats, des d'oli d'oliva fins a foie gras i conserves. Ja sigui per a botigues especialitzades (el més habitual), o per la venda per Internet.



Figura 3. Exportacions de tòfona fresca d'Espanya en milers d'euros del període de 1995 a 2014. Font: DataComex.

3 Anàlisis de producció

En l'actualitat les produccions de tòfona tenen dos orígens clarament diferenciats, d'una part les que provenen de les àrees forestals amb truferes silvestres i de l'altre, les que produeixen en plantacions truferes plantades als inicis dels anys 70 que ara ja han arribat a plena producció.

És difícil avaluar amb exactitud la producció total de tòfona, donada la falta de transparència en el mercat i el secretisme que sempre ha envoltat el sector tofoner. Aquest secretisme es justifica amb l'interès del recol·lector de tòfona de no desvelar el lloc on cull o en cas que el terreny sigui de lloguer que el propietari no descobreixi el benefici que en treu. Un tercer motiu podria ser la regulació fiscal de l'activitat tot i que aquesta seria el de menor importància. És cert que en els darrers anys s'està obrint i fent més transparent la informació, especialment des que les plantacions han començat a produir amb regularitat.

La producció de la tòfona es variable ja que una tempesta a l'estiu pot disparar la producció o una mala pràctica en l'any anterior pot generar una disminució de la collita. També cal destacar que en una mateixa plantació amb els mateixos cuidats i planta de la mateixa procedència, no produeix d'igual forma cada peu. Una plantació en la qual un 70% dels arbres produeixen és un èxit.

Els principals productors de tòfona negra a escala mundial són França, Espanya i Itàlia **figura 4**.

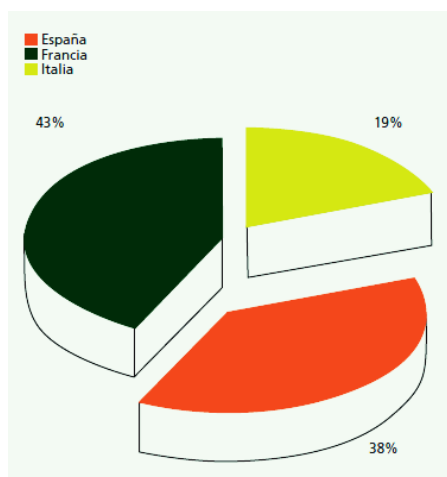


Figura 4. Distribució de la producció de la tòfona negra dels 3 principals països productors en el període 1990-2007. Font: Reyna (2007) i Grup Europeu Tuber.

Com es mostra en la **taula 2**, entre els anys 1990 i 2015 Europa produeix una mitjana de 66 tones de tòfona negra durant els anys (1990-2015), representant pràcticament la totalitat de la producció mundial. La producció mitjana espanyola és de l'ordre de 23 tones anuals de tòfona negra, representant un 34% de la producció europea.

Taula 2. Evolució de la producció de tòfona negra a Espanya, França i Itàlia ala Unió Europea des de 1990 fins a 2015.

Temporada	Espanya	França	Itàlia	UE	Any % de la mitjana	Espanya % UE	França % UE	Itàlia % UE
1990/91	30	17	5	52	79%	58%	33%	10%
1991/92	10	20	5	35	53%	29%	57%	14%
1992/93	23	31	3	57	87%	40%	54%	5%
1993/94	9	22	2	33	50%	27%	67%	6%
1994/95	4	12	30	46	70%	9%	26%	65%
1995/96	20	19	25	64	98%	31%	30%	39%
1996/97	25	50	20	95	145%	26%	53%	21%
1997/98	80	30	24	134	204%	60%	22%	18%
1998/99	7	14	4	25	38%	28%	56%	16%
1999/00	35	40	10	85	130%	41%	47%	12%
2000/01	6	35	4	45	69%	13%	78%	9%
2001/02	20	15	5	40	61%	50%	38%	13%
2002/03	40	35	20	95	145%	42%	37%	21%
2003/04	7	9	6	22	34%	32%	41%	27%
2004/05	22	19	10	59	78%	43%	37%	20%
2005/06	14	15	8	37	56%	38%	41%	22%
2006/07	20	28	10	58	88%	34%	48%	17%
2007/08	25	26	8	59	90%	42%	44%	14%
2008/09	14	58	20	92	140%	15%	63%	22%
2009/10	9	32	8	49	75%	18%	65%	16%
2010/11	18	37,2	12	67,2	103%	27%	55%	18%
2011/12	14,5	42,3	8	64,8	99%	22%	65%	12%
2012/13	15	38,2	20	73,2	112%	20%	52%	27%
2013/14	45	54	30	125	196%	35%	42%	23%
2014/15	50	56	25	131	200%	38%	43%	19%
Media	23	30	25	66	100%	34%	46%	20%

Font: Grup Europeu Tuber, 2015.

4 Anàlisis de preus

El preu que rep la persona que produeix la tòfona negra és variable, en funció de la producció mundial, molt lligada al clima. Els preus són els pagats per diferents majoristes, i poden diferir d'uns mercats als altres. En aquest sentit, aquests últims anys en el mercat de l'estació de Mora de Rubielos, s'ha pagat més que en el de Vic (Barcelona), pel fet que una part cada vegada més gran de la tòfona de Mora procedeix de cultiu i posseeix major qualitat. Així, es pot pagar l'ordre de 60 a 120 €/kg per sobre del preu de tòfona silvestre. Així i tot, si prenem com a referència el mercat de Vic, el preu mitjà pagat al productor durant el període 2005-2015 és d'uns 371 €/kg (Preu en euros constants) **figura 5**.

El preu té una tendència alcista, reflectint-se en el període des de 1990 fins a la temporada 2012-13.

Existeix diferència entre els preus de la tardor i de l'hivern. El preu de l'hivern és un 50% més car que la tòfona de la tardor ja que al madurar incrementa les seves qualitats organolèptiques.

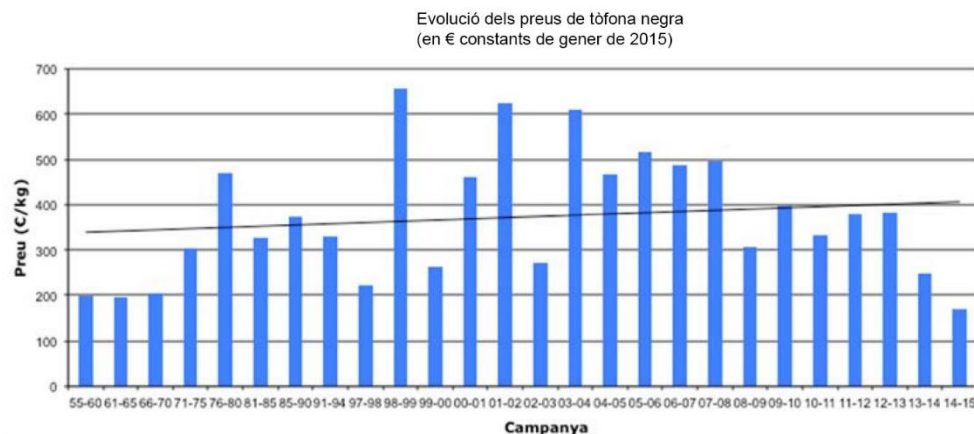


Figura 5. Evolució històrica dels preus de tòfona negra a Espanya. Font: Període 1955-1999 (Reyna 2007); Període 1999-2015 (Llotja de la tòfona de Vic, *Cambra de Comerç de Barcelona*).

Els preus internacionals solen ser més elevats i no és difícil trobar tòfona fresca a 2500 euros/kg a París. El preu mitjà de la tòfona el 2005-2006 a Espanya va ser de 380 €/kg mentre que a França era de 460 d'acord amb les dades de la Federació Francesa de Tubericultors. En general els preus francesos són de l'ordre d'un 40% més cars. En la **figura 6** s'aprecien les variacions de preu entre el mercat de Vic i la mitjana de les llotges franceses.

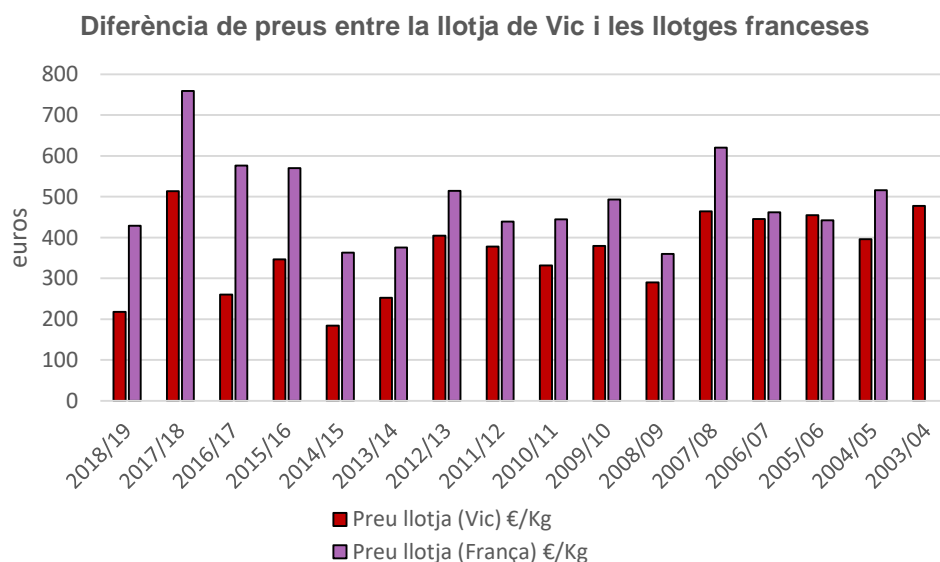


Figura 6. Font: Observatori forestal català.

5 Legislació i normativa

La propietat de la tòfona correspon, sempre, al propietari del sòl, de conformitat amb l'article 353 del Codi civil. En concret té la consideració de fruit, o bé natural per tractar-se de producció espontània de la terra, o bé industrial per produir-se a benefici del cultiu com senyala l'article 355 del Codi Civil.

La tòfona té la consideració d'aprofitament forestal no derivat de la fusta. Les normatives per aquesta ordenació estan previstes en la *Llei 43/2003, de Montes, de 21 de novembre* (BOE núm 280, de 22/11/2003) i en el *decret 485/1962, del 22 de febrer mitjançant el qual s'aprova el reglament de montes de l'Estat* (BOE núm,61) que són legislació bàsica.

Les comunitats autònomes tenen competència per regular la gestió del sector així tenim a Catalunya la *Llei 6/1998, del 30 de març, forestal de Catalunya* (DOGC núm. 978) i l'*ordre de 15 de juliol de 1991 de regulació del sector tofoner*.

Aquesta normativa a Catalunya:

Describeix com a mecanisme de seguretat jurídica la paraula tòfona, tòfona negra, tòfona magenta, tòfona d'estiu, tòfona verda, tòfona fresca i tofonaire.

Cita el calendari de recol·lecció de *Tuber melanosporum* i *Tuber brumale*, del 15 de novembre al 15 de març. I de *Tuber aestivum* de l'1 de maig al 31 juliol.

Defineix les condicions mínimes el fruit, diu expressament que queda prohibida la recol·lecció, comercialització o industrialització de tòfona verda en qualsevol època.

Diu que l'únic mètode de cerca és amb gossos ensinistrats i que queda prohibit el rastreig manual o mecànic.

Describeix la forma de recol·lecció (queda prohibida la recol·lecció amb pics, pales, aixada o qualsevol sistema que perjudiqui la recuperació de les truferes).

Sotmet l'activitat a llicència administrativa atorgada pel departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca. Aquesta llicència es diferent de la autorització del titular del terreny.

Es regula la trufficultura en quant, a establir mesures de compatibilitat entre trufficultura i silvicultura, com a la implantació del cultiu.

Regula l'activitat comercial:

Diu que la comercialització només la podran fer recol·lectors amb possessió de llicència actualitzada o les seves agrupacions degudament registrades.

Estableix un registre de compres per les indústries i empreses elaboradores, transformadores i comercialitzadores.

Obliga a les indústries i empreses a obtenir la tòfona amb condicions de maduresa.

En el cas de la recol·lecció no existeix normativa estatal sinó que la llei remet la regulació de l'activitat als corresponents instruments de gestió forestal.

En la comercialització existeix una normativa per a la tòfona fresca a Europa (Unece Standard Ffv-53 Truffles) en el que es defineixen els estàndards de qualitat.

6 Comercialització

La tòfona negra és un producte ocult. La comercialització està poc regulada a la pràctica, les trufes es recol·lecten i es transporten el més ràpid possible, ja que és un producte sensible a la dessecació i a les floridures. Un cop arriba al destí hi està poques hores ja sigui perquè el client l'espera o per l'alta demanda.

Els compradors poden ser corredors, conservers, restauradors o particulars tot i que la gran majoria del producte passa pels corredors que compren el producte directament dels productors.

La majoria de la tòfona s'exporta a França menys una petita part que queda al mercat nacional. El mercat francès és el principal consumidor mundial de tòfona. Necessita importar quantitats equivalents a dos o tres cops la seva producció. Les transaccions internacionals estan en mans de comerciants francesos que també absorbeixen un 65%-de la producció d'Itàlia.

La tòfona es comercialitza de dos maneres.

- Conservació a curt termini per la seva utilització en fresc
- Conservació a llarg termini a través de la producció de pasta, olis, i altres aliments.

Per a poder conservar la tòfona en fresc s'aplica la frigoconservació, la conservació en atmosfera controlada i la conservació amb plàstic amb poca permeabilitat als gasos.

Per a la conservació a llarg termini les possibilitats són majors: congelació, maceració enzimàtica, recipients hermètics, etc. Aquestes tècniques permeten la conservació de la tòfona negra en amplis períodes de temps i s'incrementa el consum donat que es pot oferir al mercat a un menor preu que el producte fresc i durant un major període de temps. Cal dir que els productes amb denominació de tòfonats, són aquells que tenen un contingut de tòfona igual o major al 3%.

7 Futur de la tòfona

La producció actual només cobreix un 10% de la demanda mundial existent segons la Federació Francesa de tubercultors. La producció natural cada cop es menor degut a l'abandonament dels usos tradicionals del bosc.

D'altra banda cada any augmenta la superfície plantada d'aquest cultiu. També existeixen moltes explotacions encara joves que no han entrat en producció. Aquests fets fan que en un futur pròxim la producció de tòfona negra a Europa augmenti considerablement

També és necessari potenciar el consum interior, augmentar les exportacions a tercers països que no siguin França i Itàlia i valoritzar el nostre producte mitjançant l'obtenció d'un producte amb caràcter i establir uns estàndards de qualitat. Actualment la major part de tòfona s'exporta a França.

Un problema molt greu que ha d'afrontar el sector és el risc d'expansió de tòfones d'origen asiàtic (*Tuber himalayensis*, *T. indicum*, *T. pseudohimalayensis* i *T. pseudoexcavatum*), que posseeixen un valor comercial molt inferior. La solució implica certificar el producte en diferents fases de la comercialització.

8 Mercats futurs

Actualment existeixen mercats on el consum de tòfona és molt limitat. S'espera que països amb explotacions joves de *Tuber melanosporum* com, EE.UU, Austràlia, Xile, Turquia, Nova Zelanda, Xile, Marroc, Sud-àfrica i la Xina, augmentin el consum de Tòfona. També hi ha mercats com la Xina o el Japó on els productes europeus poden arribar a duplicar de preu. Tots aquests països són oportunitats de nous mercats.

Annex 4. Anàlisis d'alternatives de la producció

Índex

1 Objecte	1
2 Elecció del terreny	1
3 Elecció d'espècie de tòfona	1
4 Sistema de cultiu	2
5 Elecció d'espècie de planta.....	3
6 Elecció de viver i control de planta.....	4
7 Preparació del terreny.....	5
8 Època i mètode de plantació	6
9 Densitat i marc de plantació.....	7
10 Servituds.....	7
11 Sistema de reg.....	8
12 Formació i poda	9
13 Manteniment del sòl.....	9
14 Tancat.....	10
15 Sistema de protecció	10
16 Sistema de recol·lecció	11

1 Objecte

En el següent capítol s'exposen les alternatives analitzades per a la plantació de trufes de 6,2 ha situada al poble de Brunyola província de Girona.

Per escollir l'alternativa més adequada és imprescindible conèixer els condicionants de la nostra finca i les característiques del cultiu de tòfona. Un cop plantejades les alternatives escollirem la més adient.

2 Elecció del terreny

La primera pregunta quan planifiquem una plantació és, que és el que es plantarà i si serà viable.

En el nostre projecte sabem, donades les dades de **l'annex 1** d'aptitud climàtiques i **l'annex 2** d'aptituds edafològiques, que el cultiu de tòfona és viable.

Alternativa escollida

Per tan alternatives com reforestar el terreny, fer un cultiu d'horta o seguir amb el mateix cultiu de cereal són descartades.

El propietari imposa el cultiu de tòfona perquè:

- Vol una rendibilitat major
- Te constància que abans de comprar la finca existia un cultiu de tòfona.
- Vol fer-se càrrec del cultiu

3 Elecció d'espècie de tòfona

Abans de nomenar les principals espècies de tòfona donem una visió superficial a les característiques de la tòfona i cicle biològic de la tòfona per poder escollir millor. Es dona més informació a l'**Annex 7**. Establiment i manteniment de la plantació.

Els fongs són organismes heteròtrofs, és a dir que requereixen alimentar-se de matèria sintetitzada per altres organismes.

Normalment les espècies dins el gènere *tuber* són fongs simbiòtics amb un aparell vegetatiu format pel miceli i un aparell reproductor. El miceli està constituït per uns filaments fins anomenats hifes que s'estenen pel perfil del sòl. L'aparell reproductor és el format pel cos fructífer, quan aquest és visible l'anomenem tòfona.

Totes les espècies del gènere *Tuber* són comestibles tot i que no totes són habitualment recol·lectades amb aquest propòsit, a causa de les diferents qualitats organolèptiques i les possibilitats de recol·lectar (Reyna 2012) Les espècies europees de major interès econòmic per les seves característiques organolèptiques són:

Tuber aestivum Vitt.

Tuber aestivum subsp. *uncinatum* Chatin

Tuber borchii Vitt. (= *T. albidum*)

Tuber brumale Vitt.

Tuber brumale forma *moschatum* Ferry

Tuber macrosporum Vitt.

Tuber magnatum Pico

Tuber mesentericum Vitt.

Tuber melanosporum Vitt. (= *T. Nigrum* Bull.)

La més apreciada és la tòfona blanca *Tuber magnatum*, seguida de la tòfona negra *Tuber melanosporum*. La tòfona nega, és la de major valor comercial de les recol·lectades a Catalunya. La tòfona blanca no s'ha aconseguit cultivar.

Alternativa escollida

Entre les 9 espècies europees del gènere *Tuber* s'ha escollit l'espècie ***Tuber melanosporum*** donat que és la més apreciada després de la tòfona blanca, és una tòfona natural de la comarca, és compatible amb la vegetació pròpia del territori i és la de major valor.

4 Sistema de cultiu

S'analitzen els diferents sistemes de cultiu existent amb tòfona i s'exposen pros i contres. Finalment s'escull el més adequat per a la zona del projecte.

Monocultiu tradicional forestal

Sistema en què es situen els arbres en fileres amb un marc de plantació definit segons l'espècie escollida i les condicions del medi físic. Es caracteritza per introduir una única espècie micronitzada combinada amb una única espècie d'arbre. Els tractaments són menors i els costos també. El maneig del cultiu és més senzill que altres sistemes més complexos.

Cultiu combinat

Sistema en què s'escull dues plantes productores de diferents espècies i diferents estats de maduració. Aplicada a la tricultura seria el cultiu de dos espècies per exemple, alzina i avellaner.

La introducció de dos espècies facilita l'entrada en producció, ja que l'avellaner entra en producció abans que l'alzina i per tant genera un augment dels ingressos els primers anys.

Per contra aquest sistema presenta inconvenients com un cost més elevat d'implantació, dificultat en el maneig i una clara disposició a produir *Tuber brumale* donada l'afinitat amb l'avellaner. Cal recordar que *Tuber brumale* presenta un valor inferior al de la tòfona negra.

Cultiu intercalat

Sistema amb plantació de baixa densitat que permet els espais entre carrer per al cultiu de civada, avena, lleguminoses, etc.

És un sistema amb uns costos més baixos que els anteriors i permet recuperar la inversió des del primer any.

Per contra el maneig del sòl canvia segons el cultiu i no afavoreix a la colonització del terreny. També poden colonitzar fongs no desitjats que arribin amb els nous cultius i afectar a la producció de tòfona.

Alternativa escollida

S'escull un monocultiu amb una espècie d'arbre i una espècie de tòfona donat que el maneig resulta més senzill.

Es descarta el cultiu combinat perquè existeix el risc que aparegui *Tuber brumale*. També ja que en dificulta el reg i els tractaments.

Es descarta el cultiu intercalat perquè pot perjudicar greument a la producció de tòfona, els ingressos dels primers anys no compensarien les pèrdues.

5 Elecció d'espècie de planta

La tòfona negra és capaç de formar micorrizes amb una gran varietat de plantes com el pi negre, el pi roig, el til·ler, el xop, el salze, el faig, el castanyer i el cedre.

Les espècies capaces de mantenir una producció tofonera acceptable i estable en els anys com veiem en la **figura 2** són:

- Alzina *Quercus ilex* sp. *Ilex* i sp. *Bellota*
- Roure *Quercus pubescens* i *Quercus faginea*.
- Avellaner *Corylus avellana*
- Gàrric *Quercus coccifera*

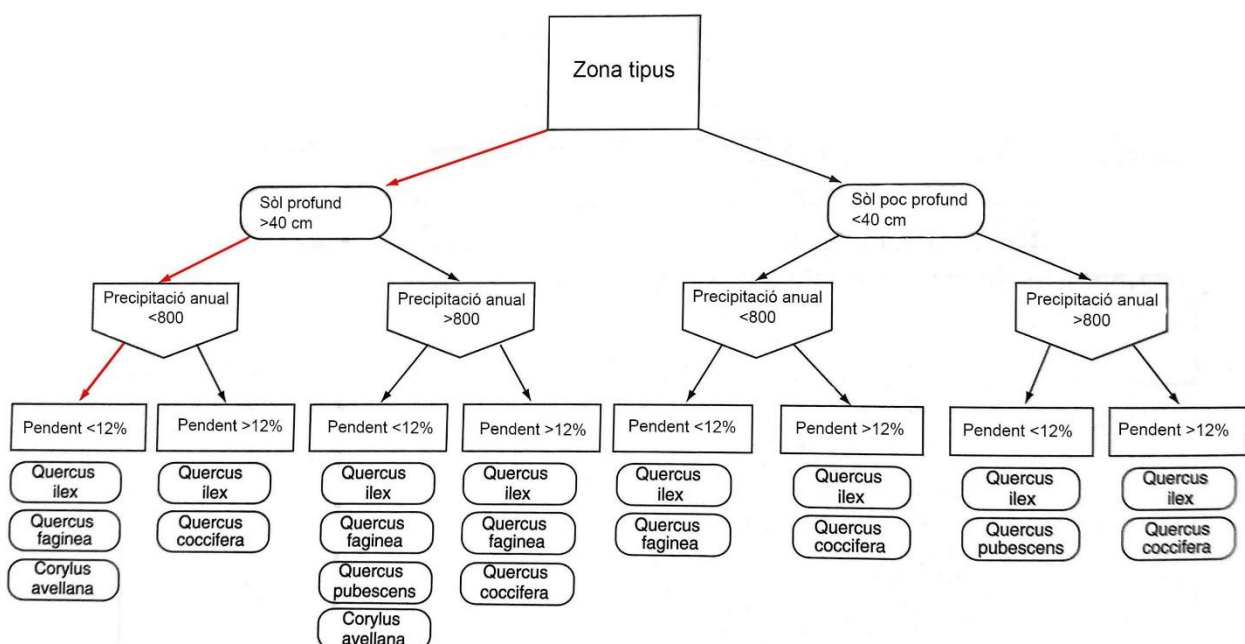


Figura 2. Quadre per a l'elecció d'espècie arbòria.

Quezel (1982) ens presenta la **figura 3** que ens permet delimitar l'àrea de distribució d'algunes espècies del bosc esclerofil·le.

Utilitzant els valors de l'índex d'Emberger, quocient pluviomètric ($Q=85,3$) i la temperatura mitjana de les mínimes del mes més fred ($m=1,3$) calculats en l'**annex 1 d'aptituds climàtiques**, veiem que estem dins l'àrea de *Quercus ilex*.

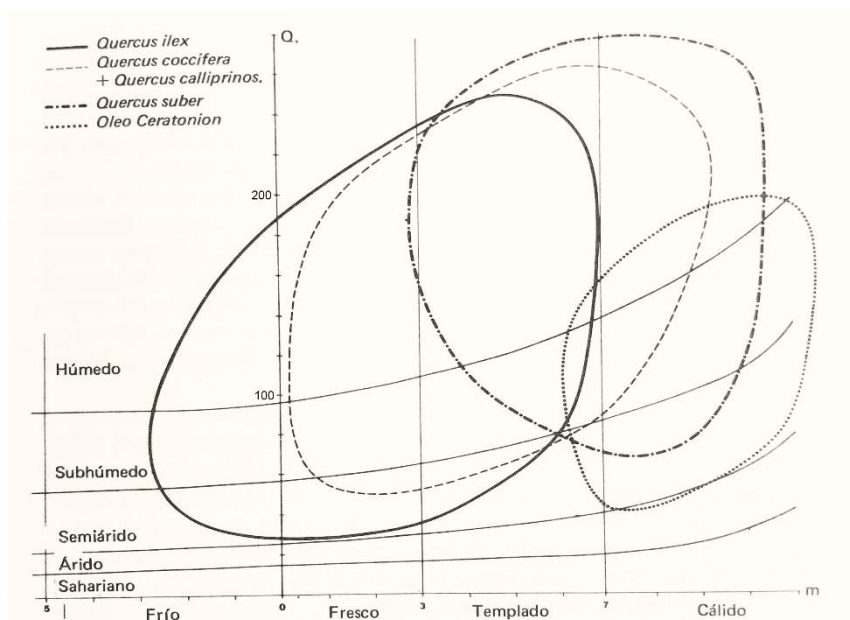


Figura 3. Distribució d'algunes espècies del bosc esclerofil·le en funció del quocient pluviomètric (Q) i la temperatura mínima mitja de mes més fred (m).

Alternativa escollida

Seguint la recomanació de la **figura 2** ens queden tres espècies, *Quercus ilex*, *Quercus faginea* i *Corylus avellana*. I atenent a la **figura 3** veiem que la nostra finca està dins l'àrea de distribució de *Quercus ilex*.

Escollim *Quercus ilex* donat que és una espècie present en els boscos de la finca, és l'espècie amb més afinitat amb *Tuber melanosporum*, poc exigent amb manteniment, i es recomana a la majoria de plantacions.

Descartem *Corylus avellanada* donat que és molt sensible a patir contaminacions de trufes menys apreciades. I descartem *Quercus faginea*, perquè triga més a entrar en producció.

6 Elecció de viver i control de planta

El punt de partida d'una plantació de trufes és la micorizació controlada de plantes amb *Tuber melanosporum*. Actualment els viviers produeixen plantes amb nivells molt satisfactoris de micorizació. Per garantir la producció és necessari realitzar controls de cada lot de plantes micoritzades com mostra la **figura 4**.

L'avaluació sobre la qualitat de la planta es realitza per planta i per lot de plantes. Un lot és un conjunt de plantes que tenen una mateixa procedència de la llavor, que se sembren a la vegada, s'inoculen amb el mateix material i reben les mateixes pràctiques de cultiu (aproximadament cada lot conté 1000 plantes).



Figura 4. Control del percentatge de micorrizació en laboratori.

A Espanya l'avaluació ve determinada pels governs autonòmics, cada un té competències per establir les normes de qualitat i de certificació de les plantes produïdes dins el seu territori.

La Universitat de Lleida y el Centro Tecnològic Forestal de Catalunya avaluen el grau de micorrizació de diferents lots de tota Espanya, informant sobre els resultats als compradors de planta micorrizada perquè ells usin o no les dades en la compra. El mètode utilitzat és el de Fischer y Colinas (1996).

Alternativa escollida

Qualsevol viver amb certificat obtingut utilitzant el mètode abans ciats és correcte per a la plantació. Es recomana que el viver sigui el més pròxim possible a la plantació.

Es recomana l'adquisició de planter en l'empresa Micologia Forestal Aplicada i a ser possible el mateix dia de la plantació.

7 Preparació del terreny

La preparació del terreny permet fer més favorable el sòl cap a la nova plantació a través d'una millora edàfica. Això es fa per facilitar l'arrelament de les noves plantes i facilitar

els primers estadis de desenvolupament. Hi ha moltes formes de preparació del terreny, les més utilitzades són:

Preparació manual, es treballa la zona de plantació. Aquest sistema posa a disposició de les plantes el volum de terreny del solc de plantació. No trenca la sola de treball que es genera a uns 40 cm a causa del pas continuat de maquinària agrícola. El rendiment és inferior als mètodes mecanitzats i això genera un major cost.

Preparació amb arades vertaderes, mètode que inverteix el perfil del sòl. Poc recomanat en terrenys calcaris.

Preparació amb subsolat lineal. Pas del subsolador que no altera els horitzons i fa un treball en profunditat entre 50 i 60 cm. Genera un efecte hidrològic favorable al perfil del sòl.

Preparació amb subsolador ple. Consisteix a realitzar unes passades perpendiculars a les realitzades en el treball de subsolat lineal. En les interseccions es col·locaran les plantes. Aquest mètode permet un fort desenvolupament del sistema radicular en tots els sentits.

Alternativa escollida

S'escull el subsolat ple perquè és el mètode que dona més bons resultat de desenvolupament radicular. És important fer una labor profunda per trencar la possible sola de treball, afavorir el drenatge i l'aeració.

8 Època i mètode de plantació

La plantació es pot fer des d'octubre fins a març. Existeixen dos períodes favorables un en ple hivern d'octubre fins a desembre i l'altre post hivern de febrer fins a març.

La plantació pot ser amb llavor, amb planta amb cepelló o arrel nua. En el cultiu de tòfona el mètode més utilitzat és el de planta amb contenidor. Les plantes vénen envoltades de la seva pròpia terra i un sistema radicular amb micorrizes. Aquest sistema és l'aconsellable per la majoria de professionals.

Alternativa escollida

La plantació es realitzarà abans de l'hivern en els mesos d'octubre a desembre pel fet que les gelades no són severes. La plantació en pre hivern sol donar arbres més avantatjats que les plantacions de post hivern. Aquests arbres entren abans en producció i són més vigorosos el primer any.

Es plantarà amb unitats de 2 anys amb contenidor. Es buscarà un percentatge de micronització de 50%. Aquest sistema és el que dona més garanties de micronització.

9 Densitat i marc de plantació

El marc de plantació ideal seria aquell en què en tot moment la separació dels peus (l) fos sempre el doble de l'altura de l'arbre (h).

$$l=2 \cdot h$$

D'aquesta manera s'aconsegueix que les arrels superficials de cada arbre sigui tangencial als contigus sense arribar a crear competència entre elles. També s'aconsegueix la màxima rapidesa en la colonització del sòl.

Aquesta manera de fer surt molt cara, és per això que es poc pràctica perquè implicaria aclarir la parcel·la cada any. Partint de plantes d'1 metre d'altura serien necessàries 2500 plantes per ha.

La guia pràctica per al cultiu de tòfona publicada pel Centre Forestal Tecnològic de Catalunya recomana densitats d'entre 250 i 350 plantes/ha. En la **taula 1**, es mostren els possibles marcs de plantació.

Taula 1. Marcs de plantació recomanats.

Marcs de plantació suggerits segons espècie i tipus de cultiu				
Sense reg			Amb reg	
Espècie	m²/planta	Marcs en m	m²/planta	Marcs en m
Alzina	30 a 50	6x5 6x6 6x7 7x7	25 a 36	5x5 5x6 6x6 7x5
Avellaner	20 a 30	4x5 5x5 6x5	20 a 25	4x5 5x5
Roure	30 a 60	6x5 6x6 6x7 7x7	30 a 50	6x5 6x6 6x7 7x7

Alternativa escollida

Escollim una densitat de plantació és de 277 plantes per ha amb un marc de 6x6. Considerant la geometria real de la parcel·la i els seus marges es planten 1581 arbres en les 6,2 ha. El que representa una densitat real de 270 plantes per ha.

10 Servituds

Aquests concepte consisteix a prendre distàncies entre el cultiu i els arbres o cultius adjacents perquè la plantació tingui un correcte desenvolupament, prevenint l'aparició d'altres fongs presents en la vegetació més pròxima.

Es preveu un marge de 6 metres entre el límit de la parcel·la i els primers arbres en les zones amb vegetació pròxima. Les zones vorejades per camins es mantindran a una distància de 4 metres. En el límit d'aquest s'instal·larà la tanca.

S'aprofitarà la zona amb 6 metres per crear nous accessos a la plantació i facilitar les labors de treball.

11 Sistema de reg

Tot i ser un cultiu de secà el reg és fonamental per aconseguir bones produccions de forma estable durant els anys. Diferenciem dos períodes amb regs diferents, període d'implantació i període de producció. Es descriuen en l'**annex 6** de tecnologia del reg.

El sistema de reg utilitat en el període de colonització del miceli és manual amb l'ajuda d'una cisterna d'aigua acoblada a un tractor a la que s'instal·la una mànega amb la qual s'aporta aigua al peu de cada arbre. Regant els primers 2 anys amb aquest sistema s'evita el creixement de males herbes i s'afavoreix l'adaptació al terreny de la plantació.

Els principals sistemes de reg utilitzats en les plantacions de tòfona són sistemes a pressió, els regs a manta es descarten, perquè són incompatibles amb la producció de tòfona. Dins dels sistemes de pressió podem diferenciar entre reg per aspersió (aspersió convencional i canó auto enrotllable) i reg localitzat (reg per degoteig i micró aspersió). A continuació es descriuen les característiques principals.

Aspersió. Recomanat en superfícies majors de 10 ha, proporciona una cobertura total de la superfície i pocs problemes per obturacions. Per contra pot donar una falta d'uniformitat, és més sensible als vents i necessita pressions entre 3 i 4 kg/cm² i caudals de 500-600 l/min més elevats que altres sistemes. En cas de superfícies majors de 30 ha es recomana el reg amb canó auto enrotllable.

Reg localitzat. En el cas del reg per degoteig quan es utilitza en plantacions tufes no es pot regar igual que en fruiters (en els que s'intenta aconseguir un bulb humit) perquè pot ser contraproductiu per al miceli. L'excessiva localització d'aigua en una zona concreta és el principal inconvenient. El principal avantatge és l'estalvi d'aigua, una pressió de treball mínima (0,5 i 1 kg/cm²) i l'eficiència d'aplicació. D'altra banda el reg per microaspersió és el més extens en els cultius de tòfona. Els principals avantatges són la major superfície mullada que el reg per degoteig, la menor facilitat d'obturbació, major uniformitat de reg i menors requeriments de pressió i caudal. El principal inconvenient és un major cost en comparació amb altres sistemes.

Alternativa escollida

En l'etapa de plantació i reproducció escollim un reg de suport amb l'ajuda d'una cisterna i tractor. L'aigua es carregarà al pou de la finca i es distribuirà els mesos de més estres hídric.

En l'etapa de producció hem escollit el reg per microaspersió donat que és el més comú amb plantacions de menys de 10 ha. Hem descartat el reg per degoteig a causa de la forta inversió i als problemes que causa ja que una mala gestió pot arruïnar la producció anual. Hem descartat el reg per aspersió perquè necessita una pressió de treball més alta i l'eficiència no és tan bona com el reg per microaspersió.

12 Formació i poda

La poda es farà a partir del tercer any fent una poda anual durant els mesos d'hivern.

En la poda mai s'ha d'eliminar més d'un 15-20% de la massa foliar evitant les podes severes que provocarien desequilibris inadequats.

La poda té com a objectiu crear un creixement equilibrat del cremat, evitar que els rebrots de l'arbre envaeixin el cremat, controlar l'espessor de la plantació evitant un desenvolupament excessiu dels arbres.

Alternativa escollida

La forma adequada de podar es formant un con invertit permetent l'aeració i insolació del cremat. Aquest aspecte es el que adopten els arbres que creixen dins l'espessor del bosc. D'aquesta manera es permet l'entrada dels rajos de sol durant les primeres hores i últimes hores del dia evitant la insolació màxima. En la **figura 3** es pot veure la forma de con invertit.

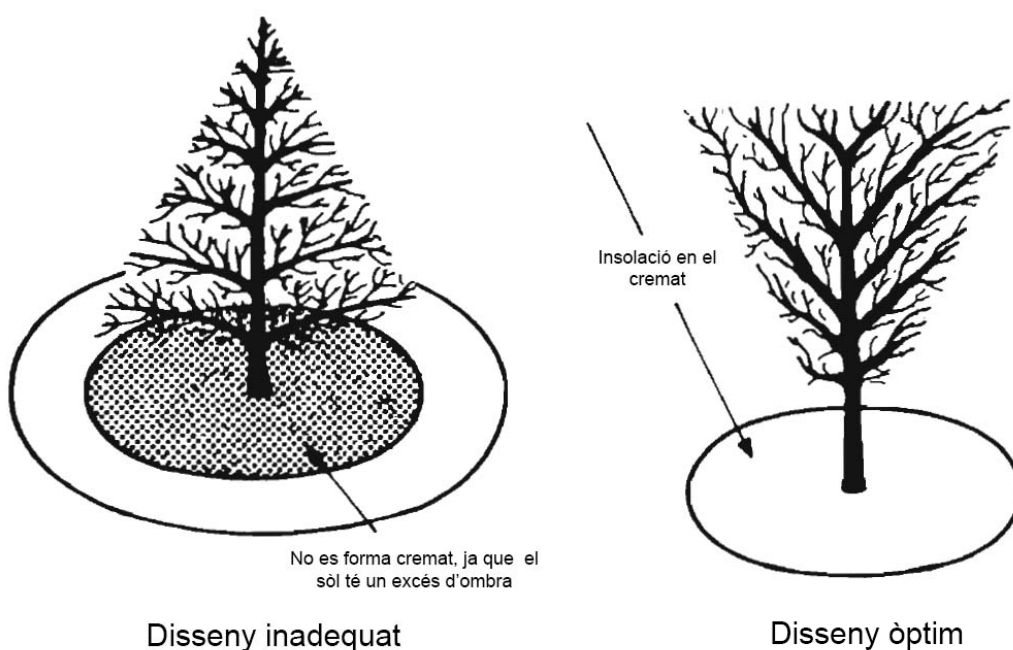


Figura 3. La poda en forma de con invertit permet una millor insolació del sòl.

13 Manteniment del sòl

El manteniment del sòl en plantacions de tòfona té com a objectiu el control de les espècies herbàcies no desitjades.

Existeixen diferents maneres de mantenir el sòl. En la nostre finca, podem optar per fer escardes manuals o mecàniques, aplicar herbicides, utilitzar mulching o mantenir una coberta vegetal.

Alternativa escollida

Els primers anys es recomana escardes manuals poc profundes al voltant dels arbres que es complementarà amb treball mecànic amb passades de discos o reixa d'1 a 3 passades a l'any preferiblement a primavera per evitar la proliferació d'herbes. Aquestes labors mai superaran els 10-15 cm de profunditat i sempre a una distància de 50 cm com a mínim de les alzines per permetre el desenvolupament radicular.

A partir del 7è any es recomana una coberta vegetal permanent amb segues un o dos cops l'any. Aquesta coberta millora les característiques estructurals del sòl, augment del nivell d'humus i disminueix l'erosió.

14 Tancat

Quan comença la producció sol ser imprescindible el tancat del terreny per evitar l'entrada d'animals salvatges. Sobretot els primers anys en què s'alimenten dels brots tendres. Una altra raó és per impedir l'entrada de caçadors furtius dins la finca. El més freqüent és col·locar una malla cinegètica galvanitzada. El cost del tancat estar al voltant dels 6 euros per m² de tanca.

Alternativa escollida.

S'instal·larà a partir del 1r any, una malla ramadera cinètica galvanitzada de 148x18x15 (alçada x nombre de fils horitzontals x distància entre fils verticals) amb pals tornejats de fusta tractada. S'escull aquesta opció ja que aquest model de tanca compleix els requisits per poder demanar la subvenció. Es pot consultar més informació al **plànol 7 d'instal·lació de tancat**.

15 Sistema de protecció

Existeix la possibilitat de posar protectors individuals als arbres que els protegeix d'agressions externes. Cal saber que alguns materials poden tenir efectes contraris i, ocasionar problemes com cremades o podridures si el material no és de qualitat. Un inconvenient a l'ora de decidir l'ús d'un sistema de protecció és el preu. El preu per arbre plantat es veu incrementat entre un 30 i un 40 %.

Alternativa escollida

Decidim utilitzar un tub protector de polipropilè verd **figura 4** de 25 cm que s'instal·larà en el moment de la plantació i es retirarà durant l'estiu del primer any.



Figura 4. Tub protector

16 Sistema de recol·lecció

La caça de trufes amb gos és la pràctica més convenient i l'única legalment permesa fora de finques privades. Altres alternatives són la cerca amb porcs, amb mosques (*Helomyza tuberivora*) o amb sensors elèctrics d'aromes.

Alternativa escollida

S'utilitzarà un gos per a caçar trufes. És convenient incorporar un cadell jove a la plantació i ensenyar-lo des de vent petit a caçar trufes. El gos pot ser de qualsevol raça. Ha de ser resistent al fred i amb ganes de treballar. Convé sortir als voltants de la finca fora de la temporada de caça de la tòfona per mantenir el gos en bona forma.

La caça amb porc és descartada ja pot en un descuit del recol·lector acabar consumint-ne. L'ús de mosques és residual i només d'utilitzar a França, alguns productors el defineixen com poc efectiu. Els sensors elèctrics d'aromes resulten aparells encara en fase experimentals.

Annex 5. Instal·lació de reg

Índex

1 Objecte	1
2 Reg en etapa d'implantació i reproducció.	1
3 Reg en cultiu en producció (disseny agronòmic)	2
3.1 Necessitats hídriques de la plantació	2
3.2 Marc de reg	3
3.3 Microaspersor escollit.....	4
3.4 Capacitat d'absorció del terreny	5
3.5 Temps de reg	5
3.6 Sectorització del reg	5
3.7 Torns de reg	6
4 Disseny hidràulic.....	6
4.1 Bases de càlcul	6
4.2 Disseny i elecció de lateral o ramals.....	8
4.3 Disseny i elecció de secundàries.....	9
4.4 Dimensionat de la canonada primària	13
4.5 Elecció de la bomba	14
5 Capçal de reg	16
5.1 Equip de filtratge	16
5.2 Control i automatització	16
6 Instal·lació de canonades i arquetes.....	18
7 Diagrama de Gantt.....	19

1 Objecte

En el següent annex es descriu el sistema de reg utilitzat en la plantació tant en els primers anys com en la fase de producció. Pou preexistent a la finca. Es dissenya la instal·lació de reg incloses subunitats de reg, la xarxa de distribució, el sistema de bombeig i el capçal de reg. Es realitza un dimensionat dels laterals, de les canonades terciàries de cada subunitat i el dimensionat de la xarxa de transport necessària per connectar amb el capçal.

En l'**annex 4**, anàlisis d'alternatives de la producció, es veuen els diferents regs que es poden instal·lar en aquesta plantació. S'escull el sistema de reg per microaspersió.

Aquest sistema de reg es el més utilitzat en el cultiu de tòfona ja que necessita menys manteniment que el reg gota a gota, els regs són més distants en el temps (millor per a la tòfona).

2 Reg en etapa d'implantació i reproducció

Durant els dos primers anys de plantació són necessaris regs de suport per mantenir la planta viva i aconseguir un important èxit d'arrelament.

Els primers estius es faran regs de suport. En cada reg s'incorporaran de 10 a 15 litres per planta cada dues o tres setmanes segons la intensitat de la sequera. Es regarà amb una cisterna acoblada a un tractor regant els escocells amb una mànega (**figura 1**). És important deixar períodes secs perquè les plantes desenvolupin l'aparell radicular en profunditat per captar l'aigua dels estrats profunds i assegurar la continuïtat del cultiu. Es recomanen regs mínims i espaiats per estimular la formació de micorrizes.



Figura 1. Reg de suport amb cisterna.

En els anys posteriors no s'ha d'abús dels regs i mai sobrepassar els 20 l/m². Els regs es faran durant els mesos d'estiu, s'aconsella regar durant els períodes de sequera cada

tres setmanes. Després se sotmetrà el fong a un estrès hídric procurant no regar fins que arribin les primeres pluges de tardor. Durant aquest període de temps poden haver espais de 15 a 20 dies de sequera (ni pluja, ni regs), però mai s'han de sobrepassar els 25 dies.

3 Reg en cultiu en producció (disseny agronòmic)

Les aportacions es faran amb un sistema de rec per microaspersió. El reg s'instal·larà a partir del 3è any després d'haver comprovat a través d'un test la presència i qualitat de micorizació de les alzines com en la **figura 2**. Així tindrem la certesa que les plantes estan ben micoritzades. D'aquesta manera fem una inversió elevada tenint la certesa que el cultiu funcionarà.



Figura 2. Extracció de mostres per comprovar la presència de *Tuber melanosporum*. En la imatge ja hi ha el reg instal·lat.

3.1 Necessitats hídriques de la plantació

No existeix metodologia definida per el càlcul d'aigua per a la tòfona ja que esta clar que l'alzina no requereix reg. Les necessitat hídriques han d'aportar la quantitat adequada als 30 primers cm de sòl que es on trobem *Tuber melanosporum*. Es fa un balanç hídric amb les dades de precipitació de l'**annex 1**. Les necessitats d'aigua que es calculen són per al cultiu de tòfona no per a l'arbre.

En aquesta etapa no ens interessa regar per mantenir els arbres simbiotes sinó regar per mantenir l'explotació en plena producció i estable. Pel càlcul de la quantitat d'aigua a aplicar s'han tingut en compte les recomanacions proposades per diferents autos experts en truficultura. Les recomanacions són sensiblement diferents, coincidint que el reg s'ha de realitzar durant el període d'estrès hídric, s'han de mantenir períodes de sequera de 15 a 25 dies i el sumatori de reg i precipitacions ha d'estar entre 25 i 75 l/m² al mes. S'ha elaborat la **taula 1** utilitzant la mitjana mensual de les necessitats proposades per cada autor. Les recomanacions es citen en l'**annex 1 d'aptituds climàtiques**.

Taula 1. Resum de les necessitats hídriques de la plantació en l/m².

l/m ²	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	
Necessitats proposades	60,0	70,0	70,0	75,0	60,0	
Precipitació 2007-2018	91,7	52,0	46,6	66,3	57,3	
DÈFICIT	0,0	18,0	23,4	8,7	2,7	52,8 Total
Precipitació 2017	12,1	23,7	42,7	45,5	74	
DÈFICIT EXTREM	47,9	46,3	27,3	29,5	0	151 Total

Segons les dades mostrades en la **taula 1** la mitjana de dèficit entre el mes de maig i setembre es de 52,8 l/m². El cas més desfavorable de dèficit hídric dels últims 5 anys va ser l'any 2017 en què es va produir un dèficit hídric de 151 l/m² durant els mesos de maig a setembre.

Calcularem el reg per a la situació més desfavorable dels últims 5 anys. La situació més crítica, va ser el maig del 2017 amb un dèficit de 47,9 l/m².

Per determinar la quantitat total d'aigua real a aportar s'ha de tenir en compte l'eficiència d'aplicació, ja que es produiran pèrdues ocasionades pel vent i les altes temperatures. Sabent que el dèficit és de 47,9 l/m² i tenint en compte una eficiència d'aplicació del 85%, la quantitat a aportar serà la següent:

$$\text{Necessitats d'aigua mensual}(E_a = 85\%) = \frac{47,9}{0,85} = 56,35 \text{ l/m}^2$$

$$\text{Dosis de reg} = \frac{56,35 \text{ l/m}^2}{2} = 28,17 \text{ l/m}^2$$

Les necessitats d'aigua s'aplicaran amb regs quinzenals amb una dosi de reg de 28,17 l/m² en el mes de màximes necessitats.

3.2 Marc de reg

El marc de reg escollit es de 6 x 6m col·locant un emissor en el centre de la distància entre arbre i arbre. Aquesta opció és una de les més usades, ja que s'aconsegueix una adequada uniformitat pluviomètrica. Existeix una altra forma de col·locar els emissors, distribuint un emissor sota cada arbre. Aquesta forma rega directament el cremat però pot provocar podridures en tronc o arrels perquè el tronc de l'arbre rep gran quantitat d'aigua. La distribució dels emissors és un tema en què encara no es té prou informació per justificar quina és la millor opció en el reg en el cultiu de trufes. La **figura 3** mostra diferents formes de distribució dels emissors.



Figura 3. Diferents distribucions d'emissors en cultiu de tòfona.

3.3 Microaspersor escollit

El microaspersor és l'element encarregat d'aportar aigua sobre el sòl a una velocitat que permeti ser absorbida sense produir escorrentia i aconseguint una elevada uniformitat. L'aplicació uniforme de l'aigua depèn del model de microaspersor i del marc de reg.

En el projecte s'han utilitzat microaspersors autocompensants (Cabal 110 l/h de 2-4 bar), recomanats per al reg subarbori. Estan dissenyats per donar un ampli rang d'aspersió i una major resistència a l'obturació. Permeten un reg uniforme distribuint la mateixa aigua tot i regar àrees amb topografia irregular i línies de subministrament particularment llargues.

S'ha escollit el microaspersor SuperNET de la marca Regaber, (**figura1**).

Característiques	Descripció SuperNET
Tipus de micró aspersor	Autocompensat
Connexió	Connexió mascle i rosca rapida
Pressió màxima	4,5 bar
Pressió mínima	1,5 bar
Material de fabricació	Polibutilè (PBT)
Diàmetre d'abast	8 metres
Caudal nominal	110 l/h
Pressió per caudal nominal	2-4 bar
Color	Vermell
Color ballarina	Negre



Figura 1. Característiques i imatge del microaspersor SuperNET.

3.4 Capacitat d'absorció del terreny

Com s'ha vist en l'**annex 2**, aptituds edàfiques, la parcel·la té una textura franca arenosa. Per aquesta textura la capacitat d'infiltració és de 12,5 mm segons Tarjuelo¹. Descartem els aspersors que sobrepassin la velocitat d'infiltració a fi d'evitar entollament i escorrentia.

Analitzem la quantitat d'aigua que aporta el nostre aspersor per assegurar-nos que no sigui superior a la capacitat d'absorció. Pel nostre marc de 6X6, l'àrea regada pel nostre aspersor és de 36 m². Amb aquesta superfície i sabent el cabal nominal calculem la intensitat de pluja.

$$I = \frac{Q_a}{A_r} = \frac{110 \text{ l/h}}{36 \text{ m}^2} = 3,06 \text{ mm/h}$$

On

I : Intensitat de pluja (mm/h)

Q_a : Caudal nominal de l'aspersor (l/h)

A_r : Àrea regada per un aspersor (m²)

El volum d'aigua portat és inferior a la capacitat d'absorció del sòl per tant l'aspersor és correcte.

3.5 Temps de reg

En el cas més desfavorable s'haurà d'aportar en un mes 56,35 l/m² en dos regs un cada 15 dies de 28,17 l/m². Coneixent la pluviometria de l'emissor es calcula el temps de reg.

$$T_r = \frac{N_r \text{ brutas}}{P_m} = \frac{28,17 \text{ l/m}^2}{3,06 \text{ mm/h}} = 9,20 \text{ h}$$

On

T_r : Temps de reg (h)

$N_r \text{ brutas}$: Necessitats de reg brutes (mm)

P_m : Pluviometria mitjana de l'emissor (mm/h)

El temps de reg serà de 9 hores i 12 min.

3.6 Sectorització del reg

El subministrament d'aigua per al reg s'obtindrà d'un pou a través d'una bomba que s'haurà de seleccionar prèviament. Per no encarir la inversió en el sistema de bombeig, capçal de reg i diàmetres de canonades, es decideix dividir el camp en 10 sectors.

La superfície regada aproximada serà de 0,62 ha/dia. Sabent la distribució dels arbres sobre el terreny podem fer la distribució dels aspersors de tota la parcel·la. En total seran

¹ TARJUELO MARTÍN-BENITO, J. M. 2005. *El Riego Por aspersión y su tecnología*. 3ª Ed. Mundi Prensa S.A.

1539 emissors. La **taula 2** especifica el nombre d'emissors per sector, és pot consultar més informació en el **plànol de reg 4, instal·lació de reg**.

Taula 2. Asporsors i caudal corresponent a cada sector.

Sectors	Nº asporsors	Caudal de cada sector	Hores de reg	Precipitació aportada	Interval de dies
1	151	16610 l/h	9,2	28,17 l/m ²	15
2	165	18150 l/h			
3	152	16720 l/h			
4	155	17050 l/h			
5	155	17050 l/h			
6	149	16390 l/h			
7	156	17160 l/h			
8	146	16060 l/h			
9	162	17820 l/h			
10	148	16280 l/h			

3.7 Torns de reg

El temps entre regs es considera de 15 dies. S'ha de tenir en compte la precipitació natural i respectar els períodes entre regs. L'abús del reg pot afavorir la presència d'altres fongs que desplacin a *Tuber melanosprum*.

Es regarà un sector al dia durant les hores de nit quan la temperatura sigui menor i hi hagi menys deriva pel vent per optimitzar el reg. Els torn de reg començaran a les 21:00 i acabaran a les 6:30 del matí. Es deixaran 24 hores entre reg i reg. Per recuperar el nivell freàtic del pou. Es regarà 10 dies seguits i sempre començant pel mateix sector.

4 Disseny hidràulic

L'objectiu del disseny hidràulic d'aquest projecte és el dimensionament de la xarxa de distribució en funció del mes de màximes necessitats. Es tindrà en compte l'optimització del traçat, el disseny del capçal de reg i la selecció del sistema de bombeig. El criteri de disseny i dimensionament serà el de major uniformitat i eficàcia.

4.1 Bases de càlcul

4.1.1 Pressió nominal de les canonades

En tots els casos la pressió nominal de les canonades serà superior la pressió de treball.

$$PN_{canonada} \geq P_{treball}$$

4.1.2 Límit de velocitat

El criteris de velocitat màxima per a els diferents trams de canonada i elements de control seran els següents:

- La canonada principal es dissenya amb una velocitat econòmica al voltant dels 1,5 m/s
- La canonada del pou (bomba submergida) admetrà velocitats al voltant de 2,5 m/s
- En les vàlvules es seguiran les recomanacions dels fabricants.
- Les conduccions que formen els sectors de reg no tenen limitada la velocitat però es procurarà no sobrepassar el 3 m/s.

4.1.3 Criteris d'uniformitat per al disseny de sectors de reg.

S'ha escollit microaspersors atocompensants amb un rang de 2 a 4 bar per a caudal nominal. Hem d'assegurar que tots els aspersors de la instal·lació treballin dins d'aquest rang de pressions.

Com es mostra en la **figura 3**, ens em d'assegurar que la pèrdua de càrrega del lateral més la pèrdua de càrrega de la secundària sigui menor a 2 bars que és el rang de pressions del microaspersor.

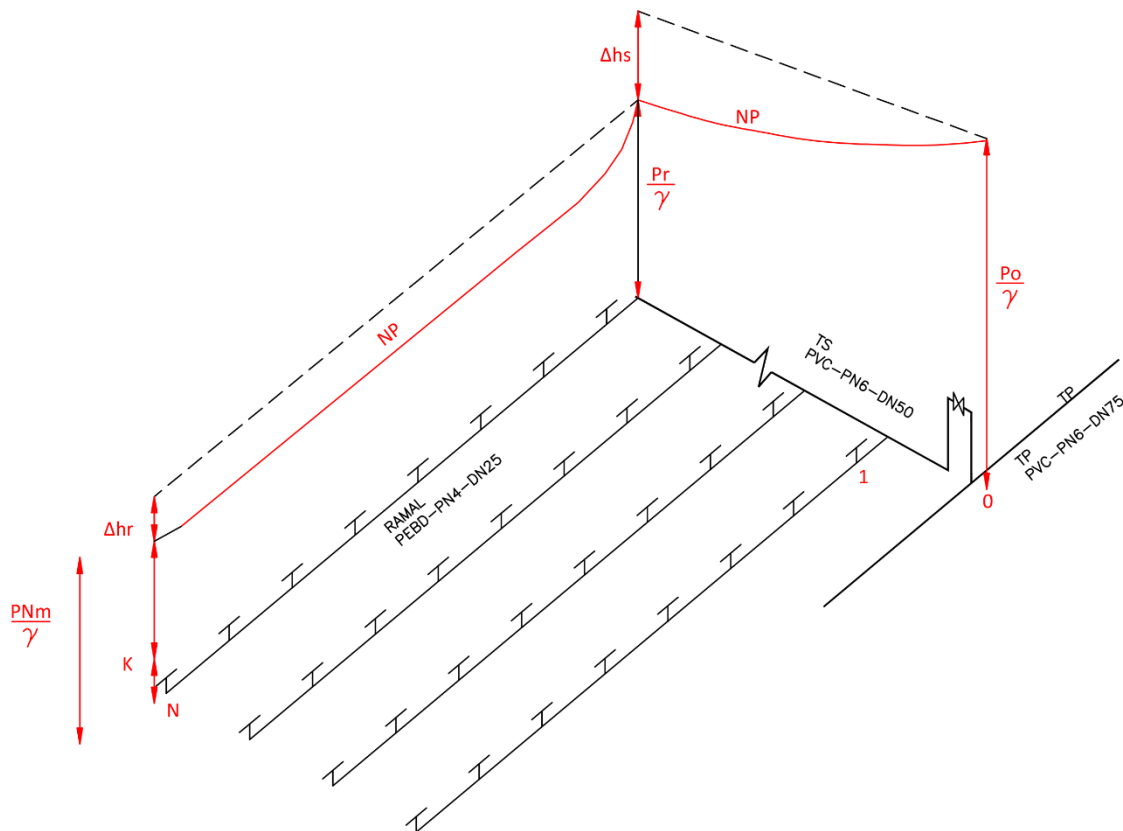


Figura 3. Esquema de pressions d'una unitat.

4.2 Disseny i elecció de lateral o ramals

Considerem lateral a la canonada on es connecten els emissors de reg, en el nostre cas microaspersors. Aquests tubs aniran col·locats sobre el terreny no enterrats. Es seleccionen canonades de PEBD²-PN4 amb diàmetres DN25.

Per dimensionar els diàmetres de les canonades s'ha tingut en compte la pressió de treball dels microaspersors autocompensants. Tenint en compte que l'aspersor mes desfavorable treballi per sobre dels 2 bar.

Les pèrdues de càrrega en el lateral es calculen amb l'expressió següent.

$$\Delta h_{lateral} = F * (\Delta h_{lineal} + \Delta h_{singular})$$

On

$\Delta h_{lateral}$: Pèrdues de càrrega del lateral (m)

Δh_{lineal} : Pèrdues de càrrega lineals del lateral (m)

$\Delta h_{singular}$: Pèrdues de càrrega singulars del lateral (m)

F : Coeficient de cristiensen per distribució en ruta

Les pèrdues de càrrega lineals es calculen considerant un regiment hidràulic en canonada llisa per tubs de polietilè. Consegüentment, s'utilitza la fórmula de Blassius.

$$\Delta h_{lineal} = 0,00083 * L * Q^{1,75} / D^{4,75}$$

On

L : Longitud del lateral (m)

Q : Caudal del lateral (m³/s)

D : Diàmetre interior de la canonada (m)

Les pèrdues de càrrega singulars es considera un 30% de les pèrdues de càrrega lineals.

$$\Delta h_{singulars} = 30\% \Delta h_{lineals}$$

La pressió mínima requerida a l'inici del lateral s'obté segons la següent expressió.

$$\frac{P_r}{y} = \frac{Pn_{asp}}{y} + 0,75 * \Delta h_{lateral} + K + \frac{\Delta z_{ramal}}{2}$$

On

$\frac{P_r}{y}$: Pressió a l'inici del ramal (m)

$\frac{Pn_{asp}}{y}$: Pressió nominal del microaspersor. S'ha considerat 25 m

$\Delta h_{lateral}$: Pèrdues de càrrega lineals i singulars (m)

$\Delta z_{lateral}$: Desnivell del ramal (+/-m)

² Polietilè de baixa densitat

K : Pèrdues de càrrega del microaspersor més altura del tub (0,2 m)

La **Taula 3** mostra el càlcul fet per obtenir la pressió al inici dels laterals (P_r/y) més desfavorables de cada unitat. També, es comprova que la pressió mínima de cada microaspersor ($P_{N_m/Y}$) serà superior a 20 metres.

Taula 3. Càlculs per obtenció de diàmetres dels ramals.

PEBD-PN4 RAMALS PORTA MICROASPERSORS

Sector	nº micro	Li m	qi L/h	qi m3/s	Dn mm	Di m	v m/s	$\Delta h(l)$ m	$\Delta h(s)$ m	$\Delta h(l+s)$ m	F	$F \cdot \Delta h(l+s)$ m	ΔZ m	K m	P_r/y m	$P_{N_m/y}$ m
1	18	105	1980	0,00055	25	0,021	1,59	16,05	4,81	20,86	0,37	7,80	-3,00	0,2	29,55	24,75
2	16	93	1760	0,00049	25	0,021	1,41	11,56	3,47	15,03	0,37	5,61	-3,00	0,2	27,91	25,30
3	11	63	1210	0,00034	25	0,021	0,97	4,07	1,22	5,29	0,38	1,99	-1,00	0,2	26,19	25,20
4	20	117	2200	0,00061	25	0,021	1,76	21,50	6,45	27,95	0,37	10,43	-3,00	0,2	31,52	24,09
5	20	117	2200	0,00061	25	0,021	1,76	21,50	6,45	27,95	0,37	10,43	-1,00	0,2	32,52	23,09
6	18	105	1980	0,00055	25	0,021	1,59	16,05	4,81	20,86	0,37	7,80	-1,00	0,2	30,55	23,75
7	13	75	1430	0,00040	25	0,021	1,15	6,48	1,95	8,43	0,38	3,20	-2,00	0,2	26,60	25,40
8	13	75	1430	0,00040	25	0,021	1,15	6,48	1,95	8,43	0,38	3,20	-1,00	0,2	27,10	24,90
9	9	51	990	0,00028	25	0,021	0,79	2,32	0,70	3,01	0,39	1,17	1,00	0,2	26,57	24,41
10	22	129	2420	0,00067	25	0,021	1,94	28,01	8,40	36,41	0,37	13,58	-1,00	0,2	34,89	22,30

4.3 Disseny i elecció de secundàries

Un dels punts clau en la divisió dels sectors és preveure un caudal similar en cada un d'ells garantint una uniformitat i eficiència en el cultiu. La parcel·la s'ha dividit en 10 sectors, com es pot observar en el **plànol 4**.

Les secundàries són les canonades on es connecten els laterals, en el nostre projecte aniran enterrades per tant seran de PVC-PN6.

Es calculen els diàmetres de les secundàries segons el criteri d'uniformitat de pressions dins de cada sector i reduint el màxim els diàmetres per minimitzar costos. Per obtenir els resultats s'ha utilitzat la següent fórmula.

$$\frac{P_0}{y} = \frac{P_{ramal}}{y} + / - \Delta z_s + \Delta h_s$$

On

$\frac{P_0}{y}$: Pressió a l'inici de la secundària (m)

$\frac{P_{ramal}}{y}$: Pressió del ramal (P_r/y) més desfavorable

Δz_s : Desnivell de la canonada secundària respecte a l'inici del sector (m)

Δh_s : Pèrdues de càrrega lineals i singulars de la canonada secundària (m)

Les longituds de cada tram són variables i el cabal es va distribuint en els diferents ramals. Per calcular els diàmetres necessaris s'han de calcular les pèrdues de càrrega de cada tram. S'ha utilitzat la següent fórmula.

$$\Delta h_{secundaries} = \Delta h_{lineals} + \Delta h_{singulars}$$

Les pèrdues de càrrega lineal es calculen per Veronesse. Es tracta d'un regiment hidràulic en canonada llisa per PVC.

$$\Delta h_{lineals} = 0,00092 * \frac{Q^{1,8}}{D^{4,8}} * L$$

On

$\Delta h_{lineals}$: Pèrdues de càrrega lineal de la secundària

Q : Cabal (m^3/s)

D : Diàmetre interior de la canonada (m)

L : Longitud de la secundària (m)

Les pèrdues de càrrega singulars s'han considerat un 20% de les lineals.

$$\Delta h_{singulars} = 20\% \Delta h_{lineals}$$

En la **taula 4** es mostren els càlculs per cada sector. Els sectors que s'alimenten per un punt intermedi estan dividits en E esquerra i D dreta segons el tram de canonada de cada cas en particular. Es destaca la velocitat i la pressió en l'inici del sector. S'ha escollit la canonada de PVC-6 DN 50 tenint en compte que la pressió en el primer microaspersor sigui inferior a 40 m.

Taula 4. Pèrdues de càrrega en les secundàries i pressió en l'inici.

Sector	S1E
qn	L/h 110
Pn/γ	m³/s 25,00
Q total de la posició	m³/s 0,0030
Δhs	%Δhl 20%
Pramal/γ	29,55
ΔZ	2,00

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	12	12	4	0,00012	50	0,0464	0,07	3.354	0,000032	0,00	0,00	0,003	
L 2	8	20	11	0,00034	50	0,0464	0,20	9.223	0,000032	0,01	0,00	0,012	
L 3	7	27	19	0,00058	50	0,0464	0,34	15.931	0,000032	0,02	0,00	0,029	
L 4	7	34	28	0,00086	50	0,0464	0,51	23.477	0,000032	0,05	0,01	0,058	
L 5	7	41	38	0,00116	50	0,0464	0,69	31.862	0,000032	0,08	0,02	0,101	
L 6	7	48	48	0,00147	50	0,0464	0,87	40.247	0,000032	0,13	0,03	0,154	
L 7	7	55	58	0,00177	50	0,0464	1,05	48.632	0,000032	0,18	0,04	0,217	
L 8	9	64	70	0,00214	50	0,0464	1,26	58.694	0,000032	0,33	0,07	0,391	
L 9	15	79	83	0,00254	50	0,0464	1,50	69.594	0,000032	0,74	0,15	0,886	
L 10	6	85	98	0,00299	50	0,0464	1,77	82.171	0,000032	0,40	0,08	0,478	2,33 33,88

Sector	S1D
qn	L/h 110
Pn/γ	m³/s 25,00
Q total de la posició	m³/s 0,0016
Δhs	%Δhl 20%
Pramal/γ	29,55
ΔZ	-0,5

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	17	0,00052	50	0,0464	0,31	14.254	0,000032	0,02	0,00	0,020	
L 2	6	12	35	0,00107	50	0,0464	0,63	29.347	0,000032	0,06	0,01	0,075	
L 3	6	18	53	0,00162	50	0,0464	0,96	44.439	0,000032	0,13	0,03	0,158	0,25 29,30

Sector	S2E
qn	L/h 110
Pn/γ	m³/s 25,00
Q total de la posició	m³/s 0,0026
Δhs	%Δhl 20%
Pramal/γ	27,91
ΔZ	1

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	16	0,00049	50	0,0464	0,29	13.416	0,000032	0,02	0,00	0,018	
L 2	6	12	31	0,00095	50	0,0464	0,56	25.993	0,000032	0,05	0,01	0,060	
L 3	6	18	45	0,00138	50	0,0464	0,81	37.732	0,000032	0,10	0,02	0,118	
L 4	6	24	59	0,0018	50	0,0464	1,07	49.470	0,000032	0,16	0,03	0,192	
L 5	6	30	72	0,0022	50	0,0464	1,30	60.371	0,000032	0,23	0,05	0,274	
L 6	6	36	85	0,0026	50	0,0464	1,54	71.271	0,000032	0,31	0,06	0,370	1,03 29,94

Sector	S2D
qn	L/h 110
Pn/γ	m³/s 25,00
Q total de la posició	m³/s 0,0024
Δhs	%Δhl 20%
Pramal/γ	27,91
ΔZ	-1

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	11	0,00034	50	0,0464	0,20	9.223	0,000032	0,01	0,00	0,009	
L 2	6	12	22	0,00067	50	0,0464	0,40	18.447	0,000032	0,03	0,01	0,032	
L 3	6	18	33	0,00101	50	0,0464	0,60	27.670	0,000032	0,06	0,01	0,067	
L 4	6	24	44	0,00134	50	0,0464	0,80	36.893	0,000032	0,09	0,02	0,113	
L 5	6	30	56	0,00171	50	0,0464	1,01	46.955	0,000032	0,15	0,03	0,174	
L 6	6	36	68	0,00208	50	0,0464	1,23	57.017	0,000032	0,21	0,04	0,247	
L 7	6	42	80	0,00244	50	0,0464	1,45	67.078	0,000032	0,28	0,06	0,332	0,98 27,88

Sector	S3
qn	L/h 110
Pn/γ	m³/s 25,00
Q total de la posició	m³/s 0,0046
Δhs	%Δhl 20%
Pramal/γ	26,19
ΔZ	-5

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	9	0,00028	50	0,0464	0,16	7.546	0,000032	0,01	0,00	0,006	
L 2	6	12	20	0,00061	50	0,0464	0,36	16.770	0,000032	0,02	0,00	0,027	
L 3	6	18	31	0,00095	50	0,0464	0,56	25.993	0,000032	0,05	0,01	0,060	
L 4	6	24	42	0,00128	50	0,0464	0,76	35.216	0,000032	0,09	0,02	0,104	
L 5	6	30	53	0,00162	50	0,0464	0,96	44.439	0,000032	0,13	0,03	0,158	
L 6	6	36	64	0,00196	50	0,0464	1,16	53.663	0,000032	0,18	0,04	0,222	
L 7	6	42	75	0,00229	50	0,0464	1,36	62.886	0,000032	0,25	0,05	0,295	
L 8	6	48	86	0,00263	50	0,0464	1,55	72.109	0,000032	0,31	0,06	0,378	
L 9	6	54	97	0,00296	50	0,0464	1,75	81.333	0,000032	0,39	0,08	0,469	
L 10	6	60	108	0,0033	50	0,0464	1,95	90.556	0,000032	0,47	0,09	0,569	
L 11	6	66	119	0,00364	50	0,0464	2,15	99.779	0,000032	0,56	0,11	0,678	
L 12	6	72	130	0,00397	50	0,0464	2,35	109.002	0,000032	0,66	0,13	0,795	
L 13	6	78	141	0,00431	50	0,0464	2,55	118.226	0,000032	0,77	0,15	0,920	
L 14	3	81	152	0,00464	50	0,0464	2,75	127.449	0,000032	0,44	0,09	0,526	5,21 26,40

Annex 5. Instal·lació de reg

Sector	S4	
qn	L/h	110
Pn/γ	m3/s	25,00
Q total de la posició	m3/s	0,0047
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/y		31,52
ΔZ		-5

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	8	8	20	0,00061	50	0,0464	0,36	16.770	0,000032	0,03	0,01	0,036	
L 2	10	18	39	0,00119	50	0,0464	0,70	32.701	0,000032	0,13	0,03	0,152	
L 3	11	29	56	0,00171	50	0,0464	1,01	46.955	0,000032	0,27	0,05	0,320	
L 4	10	39	71	0,00217	50	0,0464	1,28	59.532	0,000032	0,37	0,07	0,446	
L 5	8	47	85	0,0026	50	0,0464	1,54	71.271	0,000032	0,41	0,08	0,493	
L 6	7	54	98	0,00299	50	0,0464	1,77	82.171	0,000032	0,46	0,09	0,557	
L 7	7	61	110	0,00336	50	0,0464	1,99	92.233	0,000032	0,57	0,11	0,686	
L 8	9	70	121	0,0037	50	0,0464	2,19	101.456	0,000032	0,87	0,17	1,047	
L 9	9	79	131	0,004	50	0,0464	2,37	109.841	0,000032	1,01	0,20	1,208	
L 10	10	89	140	0,00428	50	0,0464	2,53	117.387	0,000032	1,26	0,25	1,513	
L 11	11	100	147	0,00449	50	0,0464	2,66	123.257	0,000032	1,51	0,30	1,817	
L 12	14	114	153	0,00468	50	0,0464	2,76	128.288	0,000032	2,07	0,41	2,486	
L 13	16	130	155	0,00474	50	0,0464	2,80	129.964	0,000032	2,42	0,48	2,908	13,67 40,19

Sector	S5	
qn	L/h	110
Pn/γ	m3/s	25,00
Q total de la posició	m3/s	0,0047
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/γ		32,52
ΔZ		2

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	20	0,00061	50	0,0464	0,36	16.770	0,000032	0,02	0,00	0,027	
L 2	6	12	40	0,00122	50	0,0464	0,72	33.539	0,000032	0,08	0,02	0,095	
L 3	6	18	60	0,00183	50	0,0464	1,08	50.309	0,000032	0,16	0,03	0,198	
L 4	6	24	80	0,00244	50	0,0464	1,45	67.078	0,000032	0,28	0,06	0,332	
L 5	6	30	99	0,00303	50	0,0464	1,79	83.010	0,000032	0,41	0,08	0,487	
L 6	6	36	118	0,00361	50	0,0464	2,13	98.941	0,000032	0,56	0,11	0,667	
L 7	6	42	137	0,00419	50	0,0464	2,48	114.872	0,000032	0,73	0,15	0,873	
L 8	3	45	155	0,00474	50	0,0464	2,80	129.964	0,000032	0,45	0,09	0,545	3,22 37,74

Sector	S6	
qn	L/h	110
Pn/γ	m3/s	25,00
Q total de la posició	m3/s	0,0046
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/γ		30,55
ΔZ		-2

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	2	6,1E-05	50	0,0464	0,04	1.677	0,000032	0,00	0,00	0,000	
L 2	6	12	7	0,00021	50	0,0464	0,13	5.869	0,000032	0,00	0,00	0,004	
L 3	6	18	14	0,00043	50	0,0464	0,25	11.739	0,000032	0,01	0,00	0,014	
L 4	6	24	22	0,00067	50	0,0464	0,40	18.447	0,000032	0,03	0,01	0,032	
L 5	6	30	32	0,00098	50	0,0464	0,58	26.831	0,000032	0,05	0,01	0,064	
L 6	6	36	43	0,00131	50	0,0464	0,78	36.055	0,000032	0,09	0,02	0,108	
L 7	6	42	55	0,00168	50	0,0464	0,99	46.116	0,000032	0,14	0,03	0,169	
L 8	6	48	68	0,00208	50	0,0464	1,23	57.017	0,000032	0,21	0,04	0,247	
L 9	6	54	83	0,00254	50	0,0464	1,50	69.594	0,000032	0,30	0,06	0,354	
L 10	6	60	98	0,00299	50	0,0464	1,77	82.171	0,000032	0,40	0,08	0,478	
L 11	6	66	114	0,00348	50	0,0464	2,06	95.587	0,000032	0,52	0,10	0,627	
L 12	6	72	131	0,004	50	0,0464	2,37	109.841	0,000032	0,67	0,13	0,806	
L 13	6	78	149	0,00455	50	0,0464	2,69	124.934	0,000032	0,85	0,17	1,016	3,92 32,47

Sector	S7e	
qn	L/h	110
Pn/γ	m3/s	25,00
Q total de la posició	m3/s	0,0028
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/γ		26,60
ΔZ		6

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	13	0,0004	50	0,0464	0,23	10.900	0,000032	0,01	0,00	0,013	
L 2	6	12	26	0,00079	50	0,0464	0,47	21.800	0,000032	0,04	0,01	0,044	
L 3	6	18	39	0,00119	50	0,0464	0,70	32.701	0,000032	0,08	0,02	0,091	
L 4	6	24	52	0,00159	50	0,0464	0,94	43.601	0,000032	0,13	0,03	0,153	
L 5	6	30	65	0,00199	50	0,0464	1,17	54.501	0,000032	0,19	0,04	0,228	
L 6	6	36	78	0,00238	50	0,0464	1,41	65.401	0,000032	0,26	0,05	0,317	
L 7	3	39	91	0,00278	50	0,0464	1,64	76.302	0,000032	0,17	0,03	0,209	1,05 28,65

Sector	S7d	
qn	L/h	110
Pn/γ	m3/s	25,00
Q total de la posició	m3/s	0,0020
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/γ		26,60
ΔZ		-1

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	13	0,0004	50	0,0464	0,23	10.900	0,000032	0,01	0,00	0,013	
L 2	6	12	26	0,00079	50	0,0464	0,47	21.800	0,000032	0,04	0,01	0,044	
L 3	6	18	39	0,00119	50	0,0464	0,70	32.701	0,000032	0,08	0,02	0,091	
L 4	6	24	52	0,00159	50	0,0464	0,94	43.601	0,000032	0,13	0,03	0,153	
L 5	3	27	65	0,00199	50	0,0464	1,17	54.501	0,000032	0,10	0,02	0,114	0,41 26,01

Sector	S8e	
qn	L/h	110
Pn/γ	m3/s	25,00
Q total de la posició	m3/s	0,0020
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/γ		27,10
ΔZ		1

L i	Ltotal	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	13	0,0004	50	0,0464	0,23	10.900	0,000032	0,01	0,00	0,013	
L 2	6	12	26	0,00079	50	0,0464	0,47	21.800	0,000032	0,04	0,01	0,044	
L 3	6	18	39	0,00119	50	0,0464	0,70	32.701	0,000032	0,08	0,02	0,091	
L 4	6	24	52	0,00159	50	0,0464	0,94	43.601	0,000032	0,13	0,03	0,153	
L 5	3	27	65	0,00199	50	0,0464	1,17	54.501	0,000032	0,10	0,02	0,114	0,41 28,51

Sector	S8d	
qn	L/h	110
Pn/γ	m³/s	25,00
Q total de la posició	m³/s	0,0000
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/y		27,10
ΔZ		-1

L i	L total	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	4	0,00012	50	0,0464	0,07	3.354	0,000032	0,00	0,00	0,002	
L 2	6	12	9	0,00028	50	0,0464	0,16	7.546	0,000032	0,01	0,00	0,006	
L 3	6	18	18	0,00055	50	0,0464	0,33	15.093	0,000032	0,02	0,00	0,023	
L 4	6	24	29	0,00089	50	0,0464	0,52	24.316	0,000032	0,04	0,01	0,053	
L 5	6	30	42	0,00128	50	0,0464	0,76	35.216	0,000032	0,09	0,02	0,104	
L 6	6	36	55	0,00168	50	0,0464	0,99	46.116	0,000032	0,14	0,03	0,169	
L 7	6	42	68	0,00208	50	0,0464	1,23	57.017	0,000032	0,21	0,04	0,247	
L 8	3	45	81	0,00248	50	0,0464	1,46	67.917	0,000032	0,14	0,03	0,170	0,77 26,87

Sector	S9e	
qn	L/h	110
Pn/γ	m³/s	25,00
Q total de la posició	m³/s	0,0000
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/y		26,57
ΔZ		1

L i	L total	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	9	0,00028	50	0,0464	0,16	7.546	0,000032	0,01	0,00	0,006	
L 2	6	12	18	0,00055	50	0,0464	0,33	15.093	0,000032	0,02	0,00	0,023	
L 3	6	18	27	0,00083	50	0,0464	0,49	22.639	0,000032	0,04	0,01	0,047	
L 4	6	24	36	0,0011	50	0,0464	0,65	30.185	0,000032	0,07	0,01	0,079	
L 5	6	30	45	0,00138	50	0,0464	0,81	37.732	0,000032	0,10	0,02	0,118	
L 6	6	36	54	0,00165	50	0,0464	0,98	45.278	0,000032	0,14	0,03	0,163	
L 7	6	42	63	0,00193	50	0,0464	1,14	52.824	0,000032	0,18	0,04	0,216	
L 8	6	48	72	0,0022	50	0,0464	1,30	60.371	0,000032	0,23	0,05	0,274	
L 9	3	51	81	0,00248	50	0,0464	1,46	67.917	0,000032	0,14	0,03	0,170	1,10 28,67

Sector	S9d	
qn	L/h	110
Pn/γ	m³/s	25,00
Q total de la posició	m³/s	0,0025
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/y		26,57
ΔZ		-1

L i	L total	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	6	6	9	0,00028	50	0,0464	0,16	7.546	0,000032	0,01	0,00	0,006	
L 2	6	12	18	0,00055	50	0,0464	0,33	15.093	0,000032	0,02	0,00	0,023	
L 3	6	18	27	0,00083	50	0,0464	0,49	22.639	0,000032	0,04	0,01	0,047	
L 4	6	24	36	0,0011	50	0,0464	0,65	30.185	0,000032	0,07	0,01	0,079	
L 5	6	30	45	0,00138	50	0,0464	0,81	37.732	0,000032	0,10	0,02	0,118	
L 6	6	36	54	0,00165	50	0,0464	0,98	45.278	0,000032	0,14	0,03	0,163	
L 7	6	42	63	0,00193	50	0,0464	1,14	52.824	0,000032	0,18	0,04	0,216	
L 8	6	48	72	0,0022	50	0,0464	1,30	60.371	0,000032	0,23	0,05	0,274	
L 9	3	51	81	0,00248	50	0,0464	1,46	67.917	0,000032	0,14	0,03	0,170	1,10 26,67

Sector	S10	
qn	L/h	110
Pn/γ	m³/s	25,00
Q total de la posició	m³/s	0,0045
Δhs	%Δhl	20%
Pramal/y		34,89
ΔZ		-2

L i	L total	n	qi	Dn	Di	v	Reynolds	ε relat.	Δh(l)i	Δh(s)i	Δh(l+s)i	ΣΔhs	Po/γ
m	m	Nº asp	m³/s	mm	m	m/s			m	m	m	m	m
PVC-6													
L 1	18	18	6	0,00018	50	0,0464	0,11	5.031	0,000032	0,01	0,00	0,009	
L 2	14	32	28	0,00086	50	0,0464	0,51	23.477	0,000032	0,10	0,02	0,117	
L 3	10	42	51	0,00156	50	0,0464	0,92	42.763	0,000032	0,20	0,04	0,246	
L 4	6	48	76	0,00232	50	0,0464	1,37	63.725	0,000032	0,25	0,05	0,302	
L 5	6	54	102	0,00312	50	0,0464	1,84	85.525	0,000032	0,43	0,09	0,513	
L 6	6	60	112	0,00342	50	0,0464	2,02	93.910	0,000032	0,51	0,10	0,608	
L 7	6	66	121	0,0037	50	0,0464	2,19	101.456	0,000032	0,58	0,12	0,698	
L 8	6	72	130	0,00397	50	0,0464	2,35	109.002	0,000032	0,66	0,13	0,795	
L 9	6	78	139	0,00425	50	0,0464	2,51	116.549	0,000032	0,75	0,15	0,896	
L 10	3	81	148	0,00452	50	0,0464	2,67	124.095	0,000032	0,42	0,08	0,502	4,69 37,57

4.4 Dimensionat de la canonada primària

La canonada principal serà de PVC-PN10, anirà enterrada a uns 60 cm de profunditat i prenent el criteri de velocitat màxima.

$$Q = v * s ; v \leq 1,5 \text{ m/s}$$

Per al càlcul de les pèrdues de càrrega de la canonada primària s'ha utilitzat la següent equació.

$$\Delta h_{\text{primària}} = \Delta h_{\text{lineals}} + \Delta h_{\text{singulars}}$$

Per calcular les pèrdues de càrrega lineals per cada un dels trams, s'utilitza la fórmula de Veronesse.

$$\Delta h_{lineals} = 0,00092 * \frac{Q^{1,8}}{D^{4,8}} * L$$

On

$\Delta h_{lineals}$: Pèrdues de càrrega lineal de la primària

Q : Cabal (m^3/s)

D : Diàmetre interior de la canonada (m)

L : Longitud de la primària (m)

Pel càlcul de les pèrdues de càrrega singulars s'han considerat un 30% de les lineals.

$$\Delta h_{singulars} = 30\% \Delta h_{lineals}$$

Com es veu en la **Taula 6** s'ha escollit una canonada de PVC-10 de DN75 per el tram previ al capçal.

Taula 6. Càlculs per el dimensionat de la canonada primària.

Pèrdues de càrrega canonada primària i presió a l'inici del capçal													
Nº posicio	Po(Si)/y m	Q(Si) m ³ /s	L(Si) m	Dn mm	Di m	v m/s	Reynolds	ε relat.	ΔhL m	Δhs	Δh(L+s) m	Δz(Si) m	Pcapçal (Si)/y m
1	33,88	0,0046	16	75	0,0678	1,28	86.648	0,000022	0,37	0,11	0,49	-3	31,37
2	29,94	0,005	69	75	0,0678	1,40	94.682	0,000022	1,89	0,57	2,46	-5	27,40
3	26,40	0,0046	55	75	0,0678	1,29	87.222	0,000022	1,30	0,39	1,69	0	28,09
4	40,19	0,0047	55	75	0,0678	1,31	88.943	0,000022	1,35	0,40	1,75	0	41,94
5	37,74	0,0047	212	75	0,0678	1,31	88.943	0,000022	5,20	1,56	6,76	-6	38,50
6	32,47	0,0046	212	75	0,0678	1,26	85.500	0,000022	4,84	1,45	6,30	-6	32,77
7	28,65	0,0048	295	75	0,0678	1,32	89.517	0,000022	7,32	2,20	9,52	-5	33,17
8	28,51	0,0045	341	75	0,0678	1,24	83.779	0,000022	7,51	2,25	9,76	-9	29,27
9	28,67	0,005	293	75	0,0678	1,37	92.960	0,000022	7,78	2,33	10,12	-5	33,79
10	37,57	0,0045	350	75	0,0678	1,25	84.926	0,000022	7,90	2,37	10,27	-9	38,84

4.5 Elecció de la bomba

En la **taula 7** veiem que el caudal màxim es de 18 m³/h i la altura de la bomba es de 82.66 m. A continuació s'enumeren els elements del capçal de reg i les pèrdues de càrrega que s'ha de sumar a l'altura de la bomba.

La canonada de l'inici del capçal fins a la bomba serà d'acer galvanitzat DIN 2440 amb un Dn de 88,9 mm i un Di de 80 mm.

Taula 7. Càlculs per l'elecció de bomba.

Nº posicio	Pcapçal (Si)/y m	Q(Si) m ³ /s	L Total m	Dn mm	Di m	v m/s	Reynolds	ε relat.	ΔhL m	Δhs	Δhpou(L+s) m	Δz pou m	HB m
1	31,37	0,0046	50	88,9	0,08	0,92	73.434	0,000019	0,53	0,16	0,69	40	72,06
2	27,40	0,0050	50	88,9	0,08	1,00	80.243	0,000019	0,62	0,19	0,81	40	68,21
3	28,09	0,0046	50	88,9	0,08	0,92	73.920	0,000019	0,54	0,16	0,70	40	68,79
4	41,94	0,0047	50	88,9	0,08	0,94	75.379	0,000019	0,55	0,17	0,72	40	82,66
5	38,50	0,0047	50	88,9	0,08	0,94	75.379	0,000019	0,55	0,17	0,72	40	79,22
6	32,77	0,0046	50	88,9	0,08	0,91	72.461	0,000019	0,52	0,15	0,67	40	73,44
7	33,17	0,0048	50	88,9	0,08	0,95	75.866	0,000019	0,56	0,17	0,73	40	73,89
8	29,27	0,0045	50	88,9	0,08	0,89	71.003	0,000019	0,50	0,15	0,65	40	69,92
9	33,79	0,0050	50	88,9	0,08	0,98	78.784	0,000019	0,60	0,18	0,78	40	74,57
10	38,84	0,0045	50	88,9	0,08	0,90	71.975	0,000019	0,51	0,15	0,66	40	79,50

Les pèrdues de càrrega del capçal de reg s'han estimat en funció d'informació comercial:

- Pèrdua del comptador 1 mca
- Pèrdua del filtre d'anelles 3 mca

- Pressió extra per neteja de microaspersors 5 mca
- Pèrdues de vàlvules i colzes en el capçal 1 mca

Total

10 mca

A l'altura de la bomba es sumen les pèrdues del capçal i apliquem un 20% com a marge de seguretat.

$$HBt = (10 + 82,66) * 1,2 = 111 \text{ m}$$

S'escull la bomba STI 0,21-11 IDEAL amb 9,2 kW donat que compleix amb les necessitats de la instal·lació. **Figura 5.**

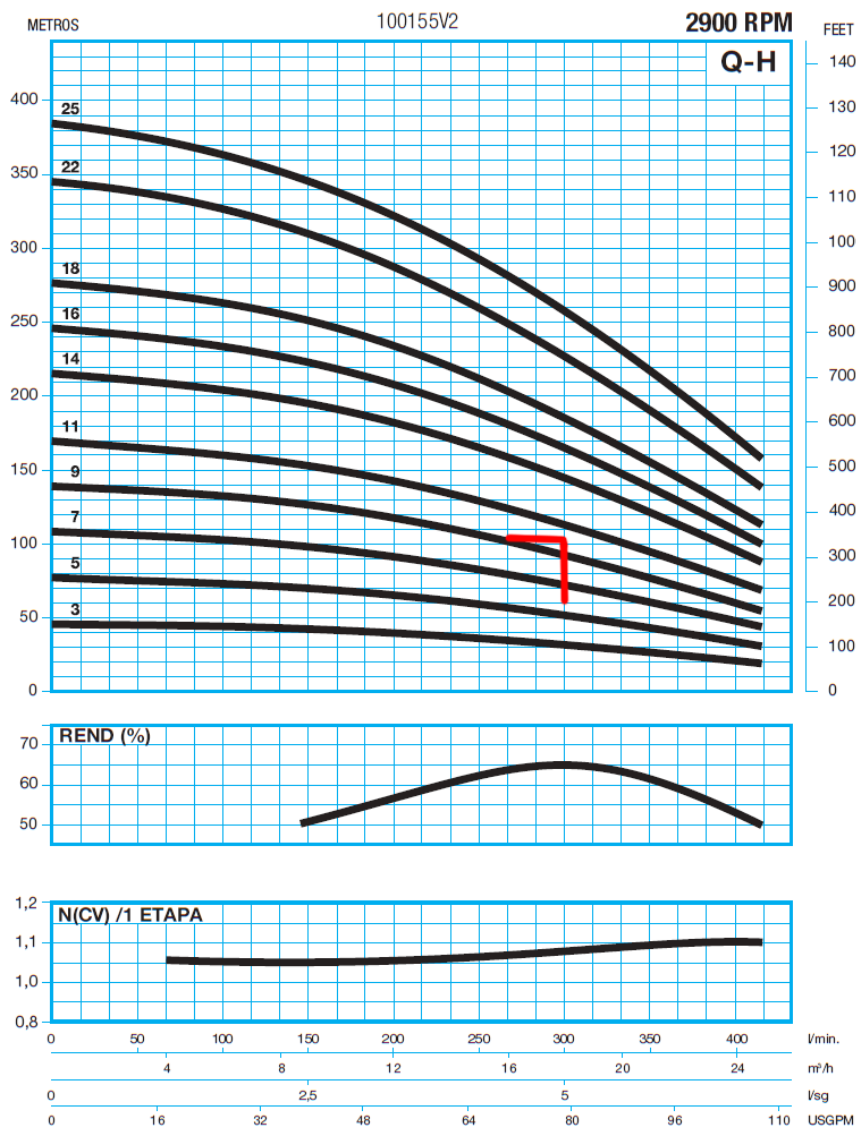


Figura 5. Gràfic amb altura i rendiment de la bomba STI 0,21-11.

5 Capçal de reg

El capçal de reg està format pels aparells que tenen per funció filtrar l'aigua del pou, regular les pressions i portar el control de la programació del reg. En la nostra instal·lació no disposarem d'equip de fertirrigació, ja que no és una pràctica comú en el cultiu de tòfona.

El capçal es situarà al costat del pou. Serà una caseta prefabricada de 1,5 x2 x2 m col·locada sobre una solera de formigó. En el **plànol 6. Capçal de reg i detalls d'instal·lació**, es pot observar la distribució dels elements.

5.1 Equip de filtratge

Tot sistema de reg localitzat exigeix la instal·lació d'elements de filtratge per prevenir l'obtenció dels emissors i qualsevol element de la xarxa hidràulica. En el nostre projecte s'ha decidit instal·lar un filtre d'anelles.

El fabricant ofereix un filtre d'anelles de 2" super amb un caudal màxim de 24 m³/h 130 mesh amb una superfície de filtratge de 11 cm² i PN 10.

La velocitat recomanada per el filtre és de 130-350 m/h perquè el funcionament del filtre sigui l'adequat.

$$\frac{18 \text{ m}^3/\text{h}}{0,1198 \text{ m}^2} = 150 \text{ m/h}$$

Un filtre amb condicions similars serà adequat.

5.2 Control i automatització

5.2.1 Caracterització dels elements

Comptador

S'instal·la un comptador tipus Woltman d'hèlice axial, de diàmetre 3" que contarà el caudal instantani i el total. Amb el caudal de 18 m³/h provoca una pèrdua de càrrega d'1 mca.

Manòmetre

S'instal·larà dos manòmetres de glicerina abans i després del filtre d'anelles per tenir un control de la pressió en les conduccions.

Vàlvula de comporta

S'instal·larà una vàlvula de comporta de fosa, PN-10 D80, que permet limitar el pas de l'aigua per les conduccions.

Vàlvula de retenció

Aquest dispositiu s'utilitza per protegir la bomba dels afectes del cop d'ariet. Impedeix el pas de l'ona de pressió procedent de l'extrem de la canonada d'impulsió. També evita el retorn de flux envers de l'aigua. S'instal·larà una vàlvula de fosa de doble disc PN10-DN80.

Ventosa

S'instal·larà a la sortida del pou per facilitar l'expulsió de l'aire que pugui acumular-se en aquest punt.

Electrovàlvula

S'instal·larà una electrovàlvula amb solenoide, amb dn de 80 mm amb acoblament per a les canonades de 75 mm, amb capacitat de 10 fins a 80 m³/h amb un rang de pressions de treball de 0,7 fins a 10 bars. Els solenoides seran de tipus tancat i només s'obriran quan els hi arribi la senyal elèctrica, evitant així que una averia de subministrament elèctric obri les vàlvules.

S'instal·laran un total de 12 electrovàlvules una per sector i dos per a la neteja dels filtres. Les electrovàlvules un consum de 0,038 A

Programador de reg

S'instal·larà un programador elèctric de 15 estacions amb alimentació a 24V. La unitat funcionarà amb circuit monofàsic a 24 V a 50/60 Hz. Incorpora una protecció per a sobrecarregues en forma de fusible de 20 mm de 1A.

5.2.2 Càlcul dels conductors elèctrics

La connexió del programador amb les electrovàlvules es farà a través d'un cable de coure de comandament de 2x1,5 mm² (fase + neutre).

Les seccions del cable estan sobre dimensionades donada la baixa potència que han de transmetre, però s'ha optat per aquesta secció ja que cables més petites tenen risc de ser seccionats.

El cablejat anirà soterrat en la mateixa rasa amb les canonades i degudament protegit en un tub corrugat de PVC de 25 mm de diàmetre nominal.

Es calcula per al dimensionat del cablejat la caiguda de tensió admissible, (per a la longitud de cable més llarga que correspon al de la posició de reg numero 10), que per criteri es limita a un 3%.

Màxima caiguda de tensió = 3% x 24 V = 0,27 V

La caiguda de tensió es determina per la expressió:

$$q(V) = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{44 \cdot S}$$

On

$q(V)$: Caiguda de tensió (V)

L: longitud del cable, posició mes desfavorable (m)

I: intensitat màxima en funcionament (A)

S: secció del cable (mm²)

$$q(V)_{\text{programador}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,50 \cdot 0,5}{44 \cdot 1,5} = 0,075 \text{ V}$$

$$q(V)_{\text{vàlvula filtro}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,038 \cdot 0,5}{44 \cdot 1,5} = 0,0058 \text{ V}$$

$$q(V)_{\text{vàlvula mas alejada}} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 0,038 \cdot 0,5}{44 \cdot 1,5} = 0,17 \text{ V}$$

Total c.d.t= $0,075+(0,0058 \cdot 2)+0,17=0,25 \text{ V} < 0,72 \text{ V}$

6 Instal·lació de canonades i arquetes

Els treballs es realitzaran amb l'ajuda d'una retroexcavadora. Tots els treballs de muntatge es faran a fora de la rasa de forma que l'amplada de la rasa sigui la més estreta possible. Els tubs aniran enterrats a una profunditat de 60 cm. S'eixamplaran els punts d'unió així com els llocs on hi hagi arquetes. El fons de la rasa es col·locarà un llit de terres seleccionades i 5 cm d'espessor. En la **figura 7** podem veure la instal·lació de canonades de PVC.

Un cop realitzades les rases es col·locarà la canonada corresponent i s'enterrarà amb el material extret. Les canonades laterals no aniran soterrades, es col·locaran sobre el terreny i s'instal·laran els emissors.

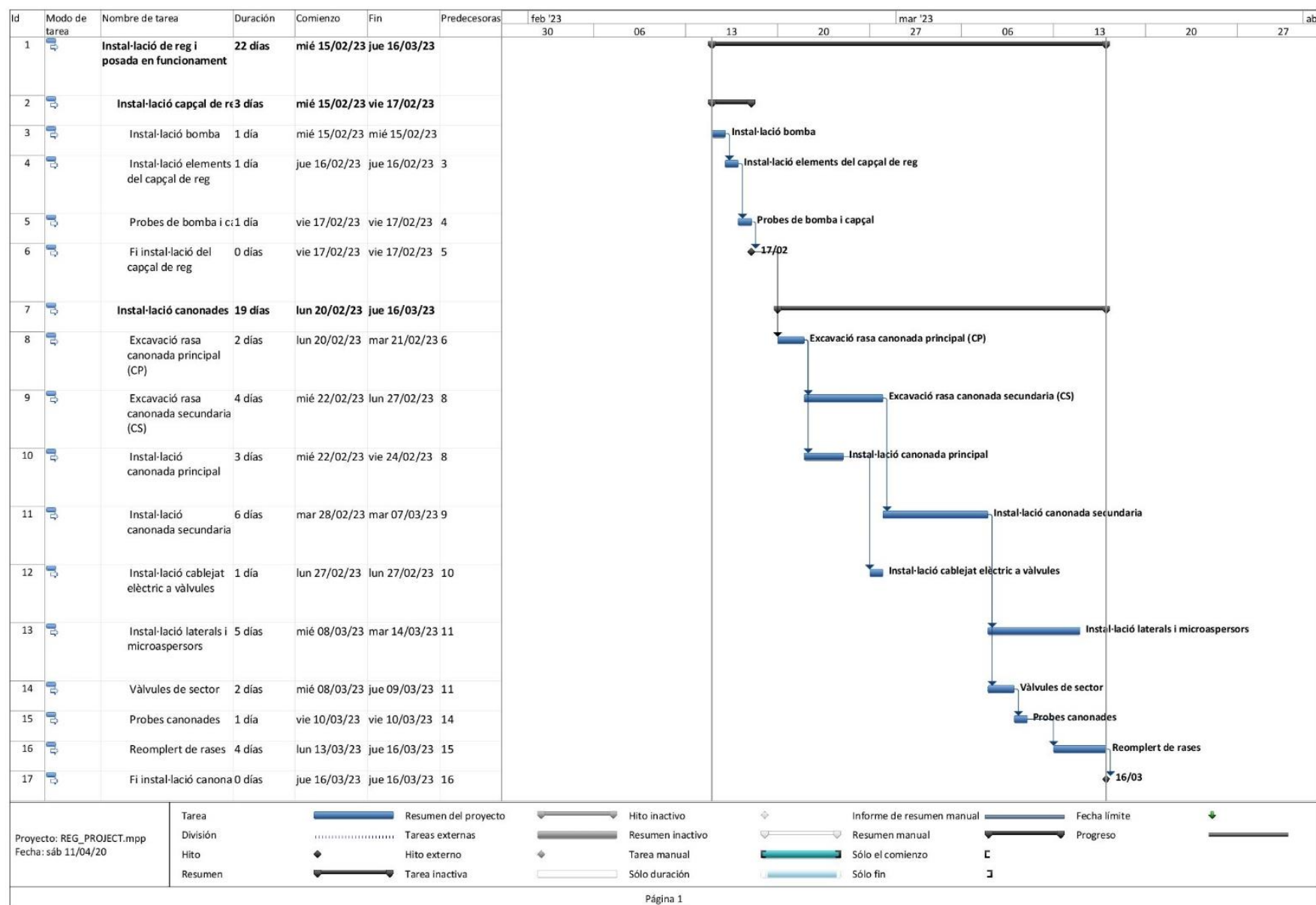
Les arquetes es col·locaran per protegir les vàlvules, en total es col·locaran 10 arquetes per a les 10 posicions de reg. També es col·locarà un regulador de pressió per assegurar que la pressió en la unitat és l'adequada. Es pot consultar més informació **al plànol 4**.



Figura 7. Rasa prèvia a la instal·lació de les canonades de PVC.

7 Diagrama de Gantt

A continuació es mostra la programació dels treballs per instal·lar el sistema de reg previst pel 3r any.



Annex 6. Tecnologia de la producció

Índex

1 Objecte	1
2 Cicle biològic de la tòfona	1
2.1 Etapa vegetativa.....	1
2.2 Etapa reproductora i fructificació	2
3 Establiment de la plantació	4
3.1 Preparació del terreny	4
3.1.1 Subsolat lineal	4
3.1.2 Cultivador	4
3.1.3 Subsolat perimetral profund.....	4
3.1.4 Marcació del terreny, marc de plantació i densitat	5
3.2 Recepció de les plantes	5
3.3 Plantació	7
3.4 Regs de plantació.....	8
3.5 Tancat	8
4 Manteniment i seguiment de la plantació	9
4.1 Primers anys de plantació fins l'aparició del cremat (de 0 als 6 anys)	9
4.2 Producció (dels 6 als 30 anys).....	12

1 Objecte

Aquest annex descriu les etapes de la producció de tòfona des de la preparació del terreny fins al declivi de la plantació. A l'inici d'aquest document s'introdueix el cicle biològic de *Tuber melaosporum*.

2 Cicle biològic de la tòfona

Cal entendre el cicle biològic de la tòfona i les seves etapes per poder adequar els treballs i processos dins la finca.

Entenem per cicle biològic la successió de processos vitals equivalents als de qualsevol espècie i ser viu: néixer, créixer, reproduir-se i morir. El cicle de la tòfona té dos processos diferents. Primer l'etapa vegetativa i segon l'etapa reproductora.

2.1 Etapa vegetativa

Germinació

Les espores de la tòfona alliberades pels ascs arriben al sòl, les aigües de pluja les arrossegueu a l'interior del sòl i les renten dels inhibidors germinatius. Quan s'arriba a la temperatura i humitat adequades (entre abril i maig), l'espore comença a germinar emetent un finíssim filament de miceli que es ramifica ràpidament. Després de la germinació el miceli ha de contactar ràpidament amb una arrel a qui micoritzarà.

Les micorrizes

El filament emès per l'espore explora el sòl per trobar arrels afins, si no, quan acabi les reserves de nutrients de l'espore morirà.

Quan el filament per fi contacta amb una arrel d'una espècie adequada, infecció primària, s'indueixen una sèrie de transformacions morfològiques i funcionals que finalment porten a la formació d'una **ectomicorriza**. El fong no arriba a penetrar en l'interior de les cèl·lules sinó que l'intercanvi es realitza a través de superfícies de contacte entre les parets del fong i de l'arrel.

D'aquest nucli parteixen noves hifes per propagar la infecció cap a les arrels properes i començarà la infecció secundària.

A mesura que l'arbre creix, es generen noves arrels susceptibles de ser colonitzades per les hifes presents en els voltants. Aquest procés es dona simultàniament en molts punts i durant diverses èpoques de l'any, per exemple durant la primavera quan l'arbre entra en activitat.

Les micorrizes solen ser molt actives durant la primavera i a finals de la tardor inclús entrat l'hivern. En general les micorrizes tenen una vida curta que podria concretar-se al cicle anual. La fase micorrízica pot durar anys en els cultius de trufes. Un cop iniciada la micorrizació es va estenent i renovant any rere any.

Al formar-se les micorrizes, a més de canvis morfològics també es produeixen canvis fisiològics i químics com l'alliberació de substàncies al medi, fruit del metabolisme simbiòtic. L'activitat s'evidencia per l'aparició al voltant de l'arbre d'una àrea sense vegetació anomenada cremat.

2.2 Etapa reproductora i fructificació

Formació de les trufes

El procés d'infecció s'estén pel sòl i el sistema radical fins que arriba a una certa quantitat crítica de biomassa a partir de la qual, si les condicions ecològiques són adequades, ja es pot produir la fructificació. La biomassa crítica se sol obtenir entre el 5 i 10 anys.

La successió dels cicles anuals (5 a 10 anys) de micorrizació, l'evolució de l'entorn, i les condicions climatològiques-ambientals encara sense precisar són les que marquen l'entrada en producció.

Al voltant del mes del maig es produeix la unió entre hifes sexualment compatibles, fet que fins fa poc encara estava en dubte, ja que es pensava que donada la baixa variabilitat genètica trobada en l'espècie feia sospitar que tenia la capacitat d'auto fecundar-se. Els cossos fructífers resulten de l'aparellament entre dos individus haploide.

A partir del mes d'abril part dels filaments comencen a especialitzar-se, agrupant-se i compactant-se a poc a poc formant un cos fructífer, un petit nucli que acabarà sent una tòfona.

Les primeres estructures es denominen primordis. La major part no arribaran a completar el desenvolupament, es calcula que en solen haver-hi 10 per m². Els primordis es produeixen durant la primavera per tant hauran de suportar la sequera i les altes temperatures de l'estiu.

Desenvolupament i nutrició de l'ascocarp-tòfona

El creixement gradual del primordi fins convertir-se en tòfona és lent i està condicionat per períodes crítics com l'estiu que podrà superar amb les adaptacions de les estructures a aquestes condicions: un peridi berrugós i gruixut que permet el creixement i evita pèrdues d'aigua en moments crítics.

La tòfona no posseeix estratègia sapròfita, sinó que es manté unida a l'arbre creant una relació simbiòtica durant tot el desenvolupament de l'ascocarp.

El cicle de formació de les trufes dura 8 mesos des de que es formen els primordis fins que maduren plenament.

Disseminació d'espores

Des de principi del mes de desembre ja es troben trufes madures. La maduració es prolongarà fins a principi de la primavera. Quan la tòfona estigui plenament madura

alliberarà les espores. També produirà fortes olors segons el grau de maduresa atraient tota mena de vertebrats, insectes i invertebrats.

El porc senglar dissemina espores adherides a la pell i al morro cap a altres terrenys. És el principal consumidor i cal tenir-ne coneixement quan comencin a madurar les primeres trufes.

Un altre consumidor no tan voraç però especialitzat és la mosca de la tòfona que fa la posta en les trufes madures; les larves creixen i s'alimenten en l'interior.

La mosca contribueix a la dispersió donat que les espores queden adherides en les pilositats dels individus adults.

Tots ells, en major o menor mesura ajuden a la dispersió de les espores, ja que a la pràctica és difícil que la tòfona aconsegueixi llençar les seves espores des de sota terra sense un agent extern.



Figura 1. Fases dins el cultiu de la tòfona.

3 Establiment de la plantació

3.1 Preparació del terreny

La preparació del terreny té com a objectiu deixar el sòl en les condicions idònies per al desenvolupament de les plantes. Està condicionat per l'ús anterior i l'estat en què es troba la superfície abans de plantar.

En la parcel·la tenim com a cultiu actual pastures de Ray Grass (*Lolium perenne*) barrejat amb altres gramínies. Aquest precedent resulta ideal per al cultiu de tòfona. En cas de tenir un cultiu llenyós seria recomanable arrencar i crema les restes in situ, ja que la temperatura esterilitza la terra d'altres fongs i les cendres augmenten el pH del terreny. En cas de ser un cultiu herbaci però no de gramínies és recomanable fer un cultiu previ de cereals.

3.1.1 Subsolat lineal

Com que partim d'un cultiu cerealista es donarà en primer lloc una passada de subsolador que consistirà a produir talls perpendiculars en el terreny a una profunditat de 40-60 cm. S'utilitzarà un tractor de doble tracció amb un subsolador acoblat de 3 braços fixos amb 50 cm de separació i una separació entre eixos de passada de 2 m. Es farà un subsolat de doble passada. La profunditat mínima del subsolat serà de 40 cm. Es tracta d'un procediment de preparació del terreny, sense inversió d'horitzons, mecanitzat i d'alta profunditat, amb un rendiment estimat d'1,5 h/ha.

3.1.2 Cultivador

La segona feina de preparació del sòl serà una passada amb cultivador per esponjar la terra i acabar de desfer els tarrons amb l'ajuda d'un corró. Les passades es faran a 30 cm de profunditat. S'utilitzarà un tractor amb una potència mínima de 115 cavalls amb doble tracció amb un cultivador de 17 braços amb un corró acoblat a darrere i una amplada de treball de 4 metres. Es tracta d'un treball sense inversió del sòl, mecanitzat i de profunditat mitjana amb un rendiment estimat de 0,5 h/ha.

No es recomana realitzar cap abonament de fons o esmena.

Com a norma general caldrà deixar dos mesos entre les labors de preparació del terreny i la plantació.

3.1.3 Subsolat perimetral profund

Amb el mateix subsolador es repassarà els marges de la finca que tinguin vegetació propera per assegurar que les primeres arrels en colonitza el sòl siguin les de la plantació. Es farà una passada al perímetre de 1270 m amb el subsolador.

3.1.4 Marcació del terreny, marc de plantació i densitat

El marc de plantació escollit és un marc regular: és a dir amb alineacions. La densitat de plantació serà de 277 plantes per hectàrea amb una distribució de marc real de 6x6 metres.



Figura 2. Treballs de marcació del terreny.

El replanteig consisteix a passar el croquis de plantació al terreny amb l'ajuda d'un tractor agrícola amb GPS i pica com es veu en la **figura 2**. Primer es marcaran les línies en un sentit a 6 metres de distància i després les perpendiculars. En el encreuament de les línies i aniran les plantes.

3.2 Recepció de les plantes

En la plantació utilitzarem plantes de 2 anys, amb contenidor que comprarem en vivers especialitzats, de tal forma que obtinguem un material sa i amb garanties.

Per la plantació seran necessàries 1581 plantes i tenint en compte les falles es demanaran un 2 % més de plantes pels treballs de reposició del següent any.

Durant el trasllat de les plantes a la plantació s'han de protegir les plantes de la dessecació i l'estrès. Cal mantenir-les amb unes condicions de temperatura i humitat adients. Durant la recepció de les plantes cal verificar que el material sigui l'encarregat i que no tingui danys per fred calor, vent, cops, ferides o patògens.

Aquest punt del projecte és vital, ja que en el viver comprarem material vegetal juntament amb material fúngic.

La micorrizació dels vivers ve certificada, hem de demanar tota la informació sobre els controls realitzats per saber el nivell de micorrizació i de l'estat sanitari. Tot i això és important assegurar-se al camp que la planta està ben micoritzada. És aconsellable consultar un tècnic o especialista en el moment de la plantació.

Les plantes que es guardin per a la reposició hauran de ser dipositades en un lloc sec, airejat amb regs abundants per mantenir-les en bones condicions.

Els requisits de qualitat comercial que recomanem en la planta són:

- L'altura de la tija no pot superar el doble de la longitud del pa de terra.
- El diàmetre del coll ha de ser major de 2 mm.
- L'arrel pivotant ha d'estar ben repicada sense voltes o angles inferiors a 110°.
- No ha de tenir arrels secundàries descendents.
- Ha de tenir arrels secundàries al llarg de l'arrel pivotant amb abundància d'arrels tròfiques.
- La planta ha d'haver passat un període d'enduriment i ha de tenir el coll lignificat.

3.3 Plantació

La planta ha d'arribar al camp regada, normalment arriba amb contenidors de 0,450 l de capacitat. S'ha de distribuir pel terreny per facilitar la feina de plantació. Després dels treballs del sòl el terreny ha d'estar tou i flonjo, normalment amb 2 o tres cops d'aixada és suficient per obrir un forat on col·locar la planta. Traurem la planta del contenidor sense desfer el pa de terra, la posarem dins el forat a l'altura del terreny, omplirem amb terra fins al coll de l'arrel. No és necessari colgar la planta més del nivell del substrat com es mostra en **la figura 3**. A continuació pressionarem amb els peus per evitar bosses d'aire i es realitzarà un escocell de 50 cm per poder incorporar els primers regs. S'evitarà incorporar pedres i tarrons grossos, restos d'arrels o qualsevol altre substrat.

Al mateix temps també col·locarem un tub de protecció. Aquests tubs fomenten el creixement en altura, evitant la pèrdua d'aigua per transpiració i protegeixen les plantes de possibles danys de fauna, ventades o gelades. Es retirarà el protector un cop hagi passat un any de la plantació.

Per últim es pot col·locar les pedres superficials al voltant de la planta per conservar la humitat i evitar el creixement de males herbes.

La plantació es realitzarà durant el mes de novembre.

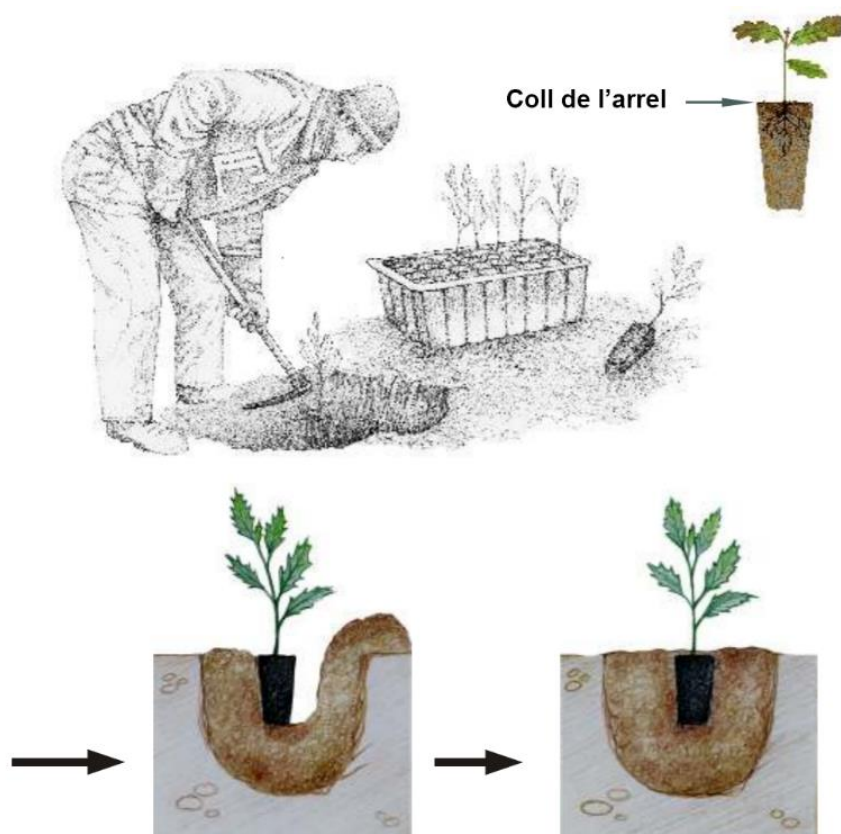


Figura 3. Plantació correcta, important enterrar fins al coll de l'arrel.

3.4 Regs de plantació

Després de la plantació s'aplicaran 10 l per planta amb l'ajuda d'un tractor amb cisterna per assentar la planta al terreny. L'aigua es carregarà utilitzant el pou situat a pocs metres de la finca. Aquest reg és el primer i convé aplicar-lo sense descalçar la planta.

Si l'estiu després de la plantació es presentes molt sec, és convenient aplicar un reg de suport per assegurar l'arrelament. També es farà amb una cisterna acoblada al tractor regant els escocells amb una mànega. A cada reg es poden incorporar de 10 a 15 litres per planta. La incorporació de l'aigua mai serà excessiva deixant períodes secs per fomentar l'emissió d'arrels en profunditat per captar l'aigua dels estrats profunds.

En resum hem de regar si ens trobem en un període sec durant els 2 primers estius però sempre tenint en compte que la planta ha d'acostumar-se a les sequeres. Per més informació consultar **l'annex 5**.

3.5 Tancat

És important que l'explotació tingui un ballat per protegir l'explotació de l'excés de caçadors furtius i animals, que puguin causar algun mal.

S'encarrega el disseny i muntatge a una empresa especialitzada. A continuació es detalla els materials utilitzats. Es pot consultar més informació en el **plànol 6**.

Detalls de construcció del tancat.

- Porta de dos fulles d'acer galvanitzat de 3 metres de llargada i 2 m d'altura.
- Grapes galvanitzades
- Malla ramadera cinètica galvanitzada de 148x18x15 (alçada x nombre de fils horitzontals x distància entre fils verticals), 1,75 €/metre lineal.
- Material addicional, (tensors, cargols, volanderes i brides)
- Pals tornejats de fusta tractada d'un mínim de 150 cm d'alçada.
- Formigonat de les canonades i pals de la porta.

Si el cost dels materials li unim el de la porta i mà d'obra per a la col·locació, queda un preu de 5,5 euros el metre.

4 Manteniment i seguiment de la plantació

Per assegurar la viabilitat del projecte, és imprescindible preparar un programa de manteniment de les plantes, aquest s'adapta a cada període del cultiu de tòfona.

4.1 Primers anys de plantació fins l'aparició del cremat (de 0 als 6 anys)

Treballs de maneig del sòl

Els primers anys es produeix l'extensió del miceli pel sòl i la proliferació de les micorrizes de tòfona en les arrels, és per això que és important no realitzar accions fortament modificadores de l'ecologia.

Durant els primers anys s'ha de fer escardes poc profundes a mà amb aixada al votant de les plantes joves, així evitem la competència de les males herbes i contribuïm a retenir la humitat.

Com mostra la **figura 4**, s'han de donar els treballs del sòl necessaris (normalment entre 1 i 3 a l'any preferiblement a la primavera) per mantenir la saó i evitar la invasió de males herbes. El nombre de passades de cultivador dependrà del tipus de terreny, així doncs els sòls arenosos requereixen molt poques passades. Aquestes feines mai superaran 10-12 cm de profunditat. Són adequats els cultivadors i les grades de discos mai utilitzar fresadores tipus rotovator. La labor no s'ha d'apropar mai a les plantes joves per no afectar el desenvolupament radicular. A mesura que apareixen els primers cremats es reduirà la fondària de treball a 5 cm. És important netejar les eines de cultiu abans d'entrar al camp per evitar la introducció de fongs no desitjats.

L'experiència del truficultors, especialment francesos, aconsellen donar una sola labor a l'any al finalitzar la campanya de recol·lecció. D'aquesta manera es manté la saó aconseguida amb les pluges de primavera, moment en què l'activitat vegetativa comença.

Un treball excessiu del sòl (3 o 4 labors o més a l'any) poden tenir un efecte negatiu sobre l'estructura i porositat. També desaconsellem l'ús d'herbicides donat l'impacte negatiu en el desequilibri de la fauna i microflora del sòl.

Els primers anys no es aconsella l'ús del reg per aspersió o microaspersió, ja que això obligarà a fer contínues labors d'escarda. Un excés d'aigua pot fomentar l'aparició d'altres micorrizes més higròfiles.

La coberta herbàcia afavoreix el desenvolupament de l'activitat biològica i la microflora del sòl que més endavant serà important per el desenvolupament del ascocarp. Quan la parcel·la entri en producció serà interessant tenir una coberta vegetal controlada pel pas d'una desbrossadora.

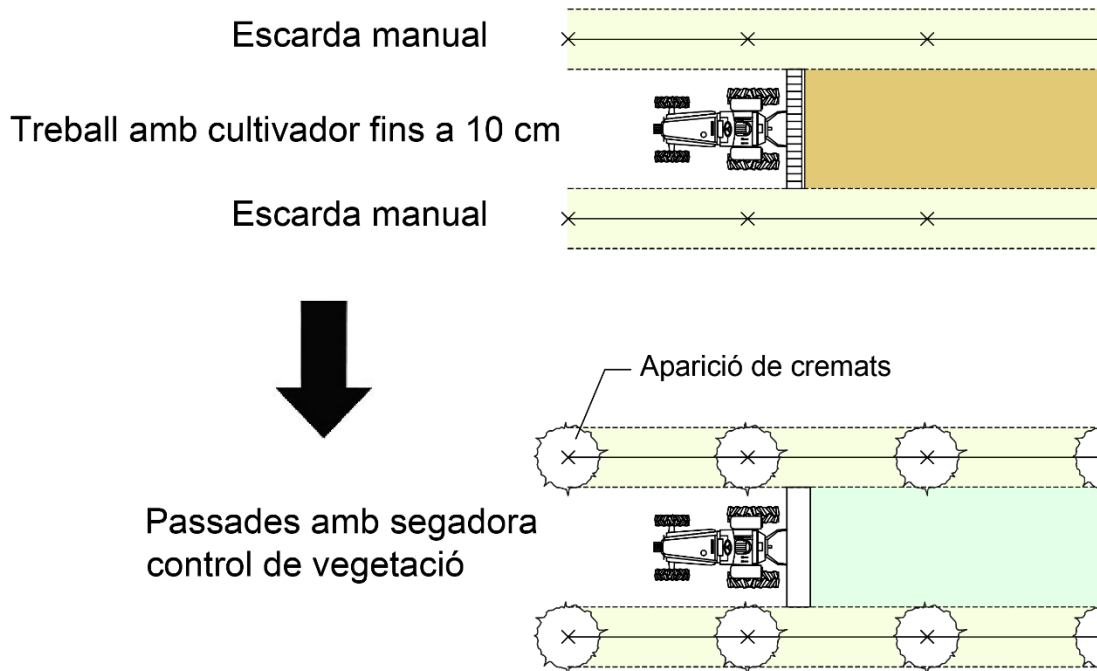


Figura 4. Esquema del maneig del sòl fins a l'aparició dels cremats.

Poda

A partir del tercer any, es pot començar a fer podes molt lleugeres de formació en verd per evitar el creixement de rebrots a la base. Les ferides s'han de protegir amb un antifúngic per evitar la penetració de fongs perjudicials.

És necessari desinfectar les eines de tall abans de començar la poda de cada arbre. Per fer-ho el més pràctic és portar un doble joc d'eines, mentre s'utilitza un, l'altre es manté submergit dins una dissolució de lleixiu comú de 25 cm³ per 1 litre d'aigua.

Els primers anys s'han de donar podes lleugeres reduint la copa cap a ports arboris que permetin la insolació i l'aeració del terreny així com eliminar els rebrots basals. Les podes de formació tenen com a objectiu obtenir una forma de con invertit amb el terç inferior sense branques ni rebrots, un port semblant al que adquiriria si hagués crescut en espessor.

La intensitat de poda ha de ser molt baixa, amb la finalitat d'evitar desequilibris nutricionals i fisiològics que puguin afectar a les micorrizes, evitant els talls de branques molt gruixudes i per descomptat escapar l'arbre. En plantacions trufes la poda mai ha d'eliminar més d'un 15 o 20 % de la massa foliar. Les podes són millors quan més

freqüents i menys intenses sempre que siguin necessàries. Per a la plantació recomanem les següents xifres orientatives. **Taula 1.**

Taula 1. Freqüència de poda

Edat de la planta	Freqüència de poda
3 a 10 anys	Anual
10 a 20 anys	Bianual
> 20 anys	Cada 3 o 5 anys

Reposició de baixes

Consisteix en realitzar la reposició d'aquelles plantes que no han arrelat durant els primers anys. Els percentatges de baixes en plantacions fetes de forma correcta són del 2%. Per tant esperem reposar unes 32 plantes. Les reposicions es faran de la mateixa manera que en la plantació inicial.

Instal·lació de reg

S'instal·larà reg per microaspersió a partir del 3r any de plantació per poder-ne fer ús durant l'estiu. Per més informació veure **Annex 5**.

Abans de la instal·lació es realitzarà un test de confirmació de cremats perquè es una inversió molt alta i s'ha d'assegurar la correcta micorrizació de les plantes. Un cop confirmada la presència del fong el reg queda justificat.



Figura 5. Extracció de mostres per comprovar la presència de *Tuber melnosporum*. En la imatge ja hi ha el reg instal·lat.

4.2 Producció (dels 6 als 30 anys)

Per norma general l'entrada en producció és progressiva, es sol donar a partir del 6 è-10 è any aproximadament. En aquest període ja s'ha d'haver format el cremat en totes les plantes i algunes ja comencen a produir trufes tot i que no serà fins al cap d'uns anys quan s'entrarà en plena producció.

Treballs de maneig del sòl

Amb l'aparició del cremat el treball del sòl es torna innecessari doncs el propi miceli impedeix el creixement de la majoria d'herbes en aquest període utilitzarem una segadora per controlar la vegetació. A mesura que els cremats vagin creixent caldrà valorar si el pas de maquinaria pot ser negatiu. En el punt en que els cremats ocupi la majoria del terreny es recomana retirar els treballs de primavera i no passar maquinaria pesada per sobre el terreny.

Poda

Es practicarà una poda de manteniment enfocada a aconseguir una copa equilibrada, permetre la insolació del cremat, retirar els rebrots. És dura a terme amb una freqüència bianual. Es sol seguir una relació:

$$Rb/Rf = 1,5 \text{ a } 2$$

On Rb es el radi dels cremats i Rf el radi de la capçada.

És dura a terme cap al final de la campanya de recol·lecció, entre febrer i març quan l'activitat de l'arbre està parada i no destorba la recol·lecció.

Recol·lecció

La recol·lecció es portarà a terme amb l'ajuda d'un gos ensinistrat i la utilització d'eines molt poc destructives i sempre manuals, **figura 6**. Evitar eines que tinguin angles de 90° que permetin cavar. Conservar els exemplars de tòfona amb cistells de vímet recoberts amb roba que no permetin malmetre el bolet durant la cerca i finalment emmagatzemar en una cambra frigorífica entre 5 – 10 °C.

Els temps convencionals per cercar tòfones depenen de la perícia del tòfonaire i l'agilitat del gos. Solen estar entre 2 o 3 ha/gos/dia. Cal deixar descansar l'animal perquè la feina resulta molt intensa dins una explotació. Utilitzarem per a la recerca de tots els sectors tres dies seguits i després un període de descans per al gos d'un dia. La freqüència normal de recol·lecció acostuma a estar entre 7 i 10 dies per trufera. Reduir aquest període fomenta l'extracció de trufes immadures.

És convenient que el gos utilitzat per a caçar tòfones només es dediqui a aquesta activitat, no és recomanable anar a caçar, el gos pot perdre l'interès o patir algun mal.



Figura 6. Matxet utilitzat en la recol·lecció de trufes

Es recomana l'adquisició d'un cadell que s'entrenarà durant els primers anys de la plantació per caçar trufes. A continuació s'explica l'ensinistrament del gos.

El gos pot ser de qualsevol raça. Un cop l'animal ha après les normes més bàsiques es pot començar a educar per a caçar trufes. Cal fer-li ensumar una tòfona abans de donar-li menjar, d'aquesta manera associarà l'olor de la tòfona com a positiva. Feta aquesta operació uns quants cops, s'enterrarà una tòfona en un lloc accessible pel gos i se li indicarà que la busqui.

Quan el gos la trobi se'l felicitarà i se'l recompensarà. Aquesta operació feta uns quants cops ensenyarà al gos a caçar trufes.

Aportacions

La realització d'aportacions és una tècnica cada cop més utilitzada per truficultors i recol·lectors.

Consisteix en la realització de pous o alguns casos rases en els que s'introdueix restes de matèria orgànica o compost d'orígens diversos, restes vegetals, fullaraca, etc. juntament amb una petita quantitat de tòfona. Existeixen substrats amb inòcul de tòfona adequats per aquesta tasca. Cal ressaltar la importància de saber amb certesa l'espècie de tòfona que s'incorpora si no es corre el ris de contaminar la plantació.

Annex 7. Calendari de treballs

Índex

1 Objecte	1
2 Pla i programa productiu	1
2.1 Vida del projecte.....	1
2.2 Cicles de producció	1
2.3 Períodes de producció.....	1
2.4 Freqüència de recol·lecta	1
2.5 Produccions esperades	2
3 Programació de les obres	3
3.1 Obres i duració	3
3.2 Diagrama de Gantt	3
3.3 Labors durant els anys del cultiu	4

1 Objecte

En el present annex s'exposa la programació de l'execució de las obres del projecte. Es tindran en compte les hores per fer cada fase, el nombre de treballadors que intervindran, i el moment en que es realitzaran. També es descriu breument els cicles de cultiu i s'explica la vida i produccions esperades del projecte. Per últim es dona la relació de treballs per al cultiu.

2 Pla i programa productiu

2.1 Vida del projecte

Es difícil calcular la vida útil de la plantació. Las primeres plantacions es van realitzar al 1960 i les que han sobreviscut n'hi han que ja no produeixen i n'hi ha que encara estan en plena producció. La vida del material vegetal i el fong pot arribar i inclús superar fàcilment els 50 anys però es el rendiment el que en determina la vida útil real. Es descriuen els treballs a dur a terme durant 50 anys.

2.2 Cicles de producció

Dividim el projecte en tres cicles. Implantació, Producció i declivi.

El primer cicle es el de implantació, va des de la plantació dels arbres fins a l'entrada en producció entre el 7e o 10 e any. En aquest període s'acostuma a recuperar la inversió realitzada.

El segon cicle es el de producció, després de l'entrada en producció intentarem mantenir i millorar els 30 kg/ha/any proposats com a objectiu productiu. Aquest cicle dura fins el declivi passats els 40 anys de la plantació.

L'últim cicle es el declivi. La plantació redueix la producció i s'estanca al voltant del 30 kg/ha/any, alguns arbres deixen de donar tòfona, altres moren i s'han de reposar. No se sap amb certesa fins quin any dura del declivi però es podrà aguantar la plantació fins que sigui rentable. Quant la producció no cobreixi els costos convé renovar tot el camp. El més lògic es anticipar-se i tenir una plantació mes jove a prop amb la que mantenir negoci i clients.

2.3 Períodes de producció

Els períodes estipulats en la normativa catalana de recol·lecció de tòfona negra d'hivern va des del 15 de novembre fins al 15 de març. Els períodes es poden modificar per la Generalitat en cas de necessitats puntuals.

2.4 Freqüència de recol·lecta

Es recomana passar un cop per setmana a recol·lectar durant la temporada. Reduir el temps entre passades només provoca extreure exemplars immadurs i disminuir la producció. Qualsevol hora del dia es bona tot i que es considera més adequat a primera

hora ja que els gossos tenen més facilitat per percebre les olors. També influirà la demanda dels proveïdors.

2.5 Produccions esperades

Les produccions actuals es situen entre els 10 i 60 kg/ha/any i amb mitjanes al voltant dels 30 kg /ha/any en plantacions amb reg a partir del 10e any. A efectes del càlcul em utilitzat les dades de la **taula 1**.

Taula 1. Produccions esperades

Any del projecte	Kg de tòfona negra per ha
6	2
7	4
8	6
9	12
10	15
11	20
12	25
13	28
14	29
15	31
16-51	32

3 Programació de les obres

3.1 Obres i duració

A continuació es mostra els treballs a dur a terme durant la fase de inversió inicial

Any 0	
Període	Operació
1a quinzena de juliol	Treball de subsolat lineal.
1a quinzena de juliol	Treballs de subsolat perimetral profund.
2a quinzena de juliol	Treballs de cultivador amb corro.
2a quinzena de juliol	Tancament de la parcel·la utilitzant pals tornejats de fusta tractada i malla ramadera galvanitzada de 148x18x15, (alçada x nombre de fils horitzontals x distància entre fils verticals).
1a quinzena d'agost	Encàrrec de plantes al viver
1a quinzena d'octubre	Replanteig i marcació.
2a quinzena d'octubre	Recepció de plantes.
2a quinzena d'octubre	Plantació d'alzines micoritzades de forma manual.
1a quinzena de novembre	Regs d'assentament amb cisterna acoblada al tractor (10l per planta).

3.2 Diagrama de Gantt

Treballs	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Des
Subsolat lineal.	■					
Subsolat perimetral profund.	■					
Cultivador amb corro.	■					
Instal·lació de tancament	■					
Col·locació de porta	■					
Encàrrec de plantes al viver		■				
Replanteig i marcació.				■		
Trasllat i recepció de plantes.				■		
Plantació				■		
Regs d'assentament amb cisterna.					■	■

Fins la primavera

3.3 Labors durant els anys del cultiu

Any 1-2	
Període	Operació
1a quinzena de març	Reposició de falles.
2a quinzena de març	Treballs de primavera amb cultivador entre carrils a 15 - 20 cm de profunditat.
2a quinzena de maig	Escardes manuals al voltant de plantes amb aixada.
2a quinzena de juny	Regs amb cisterna acoblada al tractor (10l per planta).
1a quinzena d'agost	Regs amb cisterna acoblada al tractor (10l per planta).
Novembre	Treballs de tardor amb cultivador entre carrils a 15 - 20 cm de profunditat.

Any 3-6	
Període	Operació
Gener- desembre	Compra de gos i ensinistrament durant el 5e any
Febrer	Poda de formació per aconseguir un tronc principal definit.
2a quinzena de març	Treballs de primavera amb cultivador entre carrils a 15 - 20 cm de profunditat.
Abril	Instal·lació de reg
Maig	Escardes manuals al voltant de plantes amb aixada.
Juny - Setembre	Regs per microaspersió cada 15 dies.
Novembre	Treballs de tardor amb cultivador entre carrils a 15 - 20 cm de profunditat.
Desembre	Recol·lecció de les primeres tòfones només a la tardor del 6e any.

Any 7-11	
Període	Operació
Gener - Març	Recol·lecció
1a quinzena de febrer	Poda de formació i aclareix eliminant el brancatge excessiu.
2a quinzena de març	Treballs de primavera amb cultivador entre carrils a 5 - 10cm de profunditat.
Juny - Setembre	Regs per microaspersió cada 15 dies.

1a quinzena de novembre	Treballs de tardor amb cultivador entre carrils a 5 - 10 cm de profunditat. Treballs de tardor amb la segadora els últims anys segons l'evolució del cremat.
Desembre	Recol·lecció

Any 12-16	
Període	Operació
Gener- desembre	Compra de gos i ensinistrament durant el 15e any
Gener - Març	Recol·lecció.
Febrer	Poda d'aclariment cada 2 anys. (inici en l'any 13)
2a quinzena de març	Treballs de primavera amb segadora intentar no trepitjar cremats amb maquinaria.
Juny - Setembre	Regs per microaspersió cada 15 dies.
1a quinzena de novembre	Treballs de tardor amb segadora intentar no trepitjar cremats amb maquinaria.
1a quinzena de desembre	Recol·lecció.

Any 17-30	
Període	Operació
Gener- desembre	Compra de gos i ensinistrament durant el 25e any
Gener - Març	Recol·lecció.
1a quinzena de febrer	Poda cada 3-4 anys en funció de les densitats de vegetació.
2a quinzena de març	Treballs de primavera amb segadora intentar no trepitjar cremats amb maquinaria.
Abril	Substitució del sistema de reg a convenir segons qualitat dels materials.
Juny - Setembre	Regs per microaspersió cada 15 dies.
Desembre	Recol·lecció.

Any 31-40	
Període	Operació
Gener- desembre	Compra de gos i ensinistrament durant el 35e any
Gener - Març	Recol·lecció.
1a quinzena de febrer	Poda cada 4 anys en funció de les densitats de vegetació.
2a quinzena de març	Treballs de primavera amb segadora intentar no trepitjar cremats amb maquinaria.
Juny - Setembre	Regs per microaspersió cada 15 dies.
Desembre	Recol·lecció.

Any 41-49	
Període	Operació
Gener- desembre	Compra de gos i ensinistrament durant el 45e any
Gener - Març	Recol·lecció.
1a quinzena de febrer	Poda cada 4 anys en funció de les densitats de vegetació.
2a quinzena de març	Treballs de primavera amb segadora intentar no trepitjar cremats amb maquinaria.
Juny - Setembre	Regs per microaspersió cada 15 dies.
Desembre	Recol·lecció.

Any 50	
Període	Operació
Gener - Març	Recol·lecció.
Març - Desembre	Final de l'explotació. Es necessari renovar la plantació i tornar a plantar.

Annex 8. Estudi econòmic

Índex

1 Objecte	1
2 Vida útil del projecte.....	1
3 Tassa d'actualització.....	1
4 Inversió	1
5 Pagaments ordinaris	2
5.1 Costos directes.....	2
5.2 Costos indirectes.....	4
5.3 Resumen de Pagaments ordinaris.....	4
6 Ingressos	5
6.1 Ingressos ordinaris	5
6.2 Ingressos extraordinaris	6
6.3 Ingressos totals	6
7 Flux de caixa de l'explotació	7
8 Avaluació de la rendibilitat	8
8.1 Càlcul del valor actualitzat net (VAN)	8
8.2 Taxa interna de retorn (TIR)	8
8.3 Termini de Recuperació de les Inversions (PRI) o PAY BACK.	9
8.4 Supòsit d'avaluació de rendibilitat financera amb finançament propi	9
8.5 Supòsit d'avaluació de rendibilitat financera amb finançament extern	10
9 Anàlisis de sensibilitat respecte al finançament propi.....	12
9.1 Considerant un increment de la inversió.....	12
9.2 Considerant una disminució dels ingressos.....	13
10 Conclusions	14

1 Objecte

La finalitat de l'annex és conèixer la viabilitat econòmica-financera del projecte. A fi i efecte s'han calculat tots els costos necessaris des dels treballs previs a la plantació fins al declivi de l'explotació. També s'han calculat els ingressos que generarà la plantació al llarg dels 30 anys de vida útil estimats.

2 Vida útil del projecte

Tot i que la vida útil d'una explotació de trufes encara no se sap amb certesa, a efectes de càlcul econòmic considerem una vida útil de 30 anys. En aquest període les inversions s'hauran d'haver recuperat.

3 Tassa d'actualització

Es considera una taxa d'actualització del 3% equivalent al interès legal dels diners que aplica el Banc d'Espanya.

4 Inversió

Inversió per a la implantació del projecte en la parcel·la. Es detalla en el **document núm. 3 Pressupost**. La quantia de la inversió ascendeix a 90.784,20 €, distribuïts en una inversió inicial i una altre de diferida al tercer any.

- Inversió inicial: 28.703,54 €
- Inversió diferida: 62.080,66 €

La inversió dels gossos s'ha considerat un cost juntament amb el manteniment. Els costos es donaran els anys 5, 15, 25

5 Pagaments ordinaris

5.1 Costos directes

5.1.1 Costos de reposició i manteniment dels equips.

La maquinaria amb la que es realitzaran les labors serà llogada, s'inclou també la reposició de falles d'arbrat, el manteniment del sistema de reg i la compra i manteniment de gossos.

- **Reposició de falles:** S'estima que un 2% d'alzines no tindrà un desenvolupament adequat i s'hauran de reposar.

Substitució de 32 falles (material i ma d'obra) $(8,62 \text{ €/Ut}) = 275,78 \text{ €}$

- **Manteniment del sistema de reg:** El manteniment anual del reg serà de l'1% del valor d'inversió (416,88 €).
- **Substitució ensinistrament i manteniment de 2 gossos:** La compra dels gossos es farà el cinquè any. El cost serà de 300 € per gos, 600 € en total. Els gossos es substituiran cada 10 anys. Pertany, els anys de compra seran el 5 el 15 i el 25. El cost d'ensinistrament i manteniment dels gossos serà de 700 € l'any de compra. Cost total de 1300 €/l'any de compra.

5.1.2 Costos d'explotació

Aquests costos es produeixen per la realització de les diferents labors al llarg de la vida de la plantació. Amb aquestes feines es pretén mantenir la plantació en unes condicions òptimes que permetin obtenir els beneficis econòmics esperats. Algunes d'aquestes labors són anuals i d'altres es realitzen en anys esporàdics.

- **Treballs de primavera - tardor amb cultivador entre carrils a 5 – 10 cm de profunditat.**

Rendiment = 0,52 h/ha

Tenim 6,2 ha. Les hores necessàries seran $6,2 \text{ ha} * 0,52 \text{ h/ha} = 3,22 \text{ h}$ de feina.

El lloguer del cultivador de 4 metres i del tractor de 115 CV és de 32,95 €/dia.

Tractorista = 12 €/h

Total = 44,95 €/h

Cost total = $44,95 \text{ €/h} * 3,22 \text{ h} = 144,74 \text{ €}$

- **Treballs de primavera - tardor amb segadora**

Rendiment = 0,4 h/ha

Tenim 6,2 ha. Les hores necessàries seran $6,2 \text{ ha} * 0,4 \text{ h/ha} = 2,48 \text{ h}$ de feina.

Lloguer de tractor de 115 CV i segadora = 34,12 €/dia.

Tractorista = 12 €/h

Total = 46,12 €/h

Cost total = $46,12 \text{ €/h} \times 2,48 \text{ h} = 114,37 \text{ €}$.

- **Escardes manuals**

Rendiment = $0,006 \text{ h/Ut}$.

Tenim un total de 1.581 plantes. Hores necessàries = $1.581 \times 0,006 \text{ h/Ut} = 9,49 \text{ h}$.

Capatàs = 12 €/h

5 peons = $53,5 \text{ €/h}$

Total = $65,5 \text{ €/h}$

Cost total = $65,5 \text{ €/h} \times 9,49 \text{ h} = 621,6 \text{ €}$.

- **Poda**

Rendiment = $0,006 \text{ h/Ut}$.

Tenim 1,581 Ut. Hores necessàries $1.581 \text{ Ut} \times 0,006 \text{ h/Ut} = 9,49 \text{ h}$

Capatàs = 12 €/h

4 peons = $42,8 \text{ €/h}$

Total = $54,8 \text{ €/h}$

Cost total = $54,8 \text{ €/h} \times 9,49 \text{ h} = 520,05 \text{ €}$.

- **Regs amb cisterna**

Rendiment = $0,005 \text{ h/Ut}$.

Tenim 1,581 plantes. Hores necessàries = $1,581 \text{ Ut} \times 0,005 \text{ h/Ut} = 7,905 \text{ h}$.

Lloguer de tractor de 115 CV més cisterna de 5000 l = $36,6 \text{ €/h}$.

Tractorista = 12 €/h

Peó = $10,70 \text{ €/h}$

Total = $59,3 \text{ €/h}$

Cost total = $59,3 \text{ €/h} \times 7,905 \text{ h} = 468,77 \text{ €}$.

- **Regs per microaspersió**

El capatàs comprovarà el nivell hídric del sòl i programarà el reg per a l'hora determinada. L'endemà tornarà a comprovar el reg i a programar el següent sector. $3 \text{ h} \times 20 \text{ jornades / mes} = 60 \text{ hores /mes de reg per 4 mesos} = 240 \text{ hores/any}$.

Capatàs = 12 €/h (mitja jornada al mes de reg)

Cost = $12 \text{ €/h} \times 16 \text{ h} = 192 \text{ €}$ apliquem un 10% per estimar el cost de l'electricitat.

Cost total = $192 \text{ €} + 10\% = 211,2 \text{ €/any}$

Cost energètic = $5 \text{ kW} \times 9,15 \text{ h/reg} \times 20 \text{ regs/mes} \times 4 \text{ mesos de reg/any} \times 0,15 \text{ €/kWh}$ (preu de l'electricitat + preu de la potència contractada) = 549 €/any

Cost total = $549 \text{ €/any} + 211,2 \text{ €/any} = 760,20 \text{ €/any}$.

- **Recol·lecció**

El cost anual dependrà de la quantitat recol·lectada. El rendiment és d'1,5 kg/h.

Per tant el cost de recol·lecció per quilo serà de 10,70 € / h / 1,5 kg/h = 7,13 €/kg.

5.2 Costos indirectes

Els costos indirectes fan referència a pagaments de contribució i impostos i assegurances.

S'estima un cost de 40 €/ha *6,2 = 224 €/any

5.3 Resumen de Pagaments ordinaris

Els costos totals de l'explotació queden reflectits en la **taula 1**.

Taula 1. Costos totals.

Any	Reposició (€)	Manteniment reg (€)	Manteniment gossos (€)	Treballs p/t (€)	Escardes (€)	Poda (€)	Reg cisterna (€)	Reg microaspersor (€)	Recol·lecció (€)	Costos indirectes (€)	Total (€)
1	275,78			289,48	621,60		937,54			224,00	2.348,40
2				289,48	621,60		937,54			224,00	2.072,62
3		416,88		289,48	621,60	520,05		760,20		224,00	2.832,21
4		416,88		289,48	621,60	520,05		760,20		224,00	2.832,21
5		416,88	1300,00	289,48	621,60	520,05		760,20		224,00	4.132,21
6		416,88		289,48	621,60	520,05		760,20	88,41	224,00	2.920,62
7		416,88		289,48		520,05		760,20	176,82	224,00	2.387,43
8		416,88		289,48		520,05		760,20	265,24	224,00	2.475,85
9		416,88		289,48		520,05		760,20	530,47	224,00	2.741,08
10		416,88		259,11		520,05		760,20	663,09	224,00	2.843,33
11		416,88		259,11		520,05		760,20	884,12	224,00	3.064,36
12		416,88		228,74				760,20	1105,15	224,00	2.734,97
13		416,88		228,74		520,05		760,20	1237,77	224,00	3.387,64
14		416,88		228,74				760,20	1281,97	224,00	2.911,79
15		416,88	1300,00	228,74		520,05		760,20	1370,39	224,00	4.820,26
16		416,88		228,74				760,20	1414,59	224,00	3.044,41
17		416,88		114,37		520,05		760,20	1414,59	224,00	3.450,09
18		416,88		114,37				760,20	1414,59	224,00	2.930,04
19		416,88		114,37				760,20	1414,59	224,00	2.930,04
20		416,88		114,37		520,05		760,20	1414,59	224,00	3.450,09
21		416,88		114,37				760,20	1414,59	224,00	2.930,04
22		416,88		114,37				760,20	1414,59	224,00	2.930,04
23		416,88		114,37		520,05		760,20	1414,59	224,00	3.450,09
24		416,88		114,37				760,20	1414,59	224,00	2.930,04
25		416,88	1300,00	114,37				760,20	1414,59	224,00	4.230,04

26	416,88	114,37	520,05	760,20	1414,59	224,00	3.450,09
27	416,88	114,37		760,20	1414,59	224,00	2.930,04
28	416,88	114,37		760,20	1414,59	224,00	2.930,04
29	416,88	114,37	520,05	760,20	1414,59	224,00	3.450,09
30	416,88	114,37		760,20	1414,59	224,00	2.930,04

6 Ingressos

El principal ingrés de la plantació ser  la venda de tòfona, també es tindrà en compte la venda de fusta al final de la vida útil de la plantació i es sol·licitaran les subvencions a l'administració pública.

6.1 Ingressos ordinaris

6.1.1 Ingressos de la venda de trufes.

S'agafa un preu de venda de 360 €/kg, per sota de la mitjana espanyola actual i s'utilitza la producció estimada que apareixen el calendari de treballs. Amb aquestes dades s'elabora la **taula 2**.

Taula 2. Ingressos de venda de tòfona.

Any	Producció de trufa (kg)	Preu de venda (€/kg)	Ingressos (�)
6	12,4	360	4.464
7	24,8	360	8.928
8	37,2	360	13.392
9	74,4	360	26.784
10	93	360	33.480
11	124	360	44.640
12	155	360	55.800
13	173,6	360	62.496
14	179,8	360	64.728
15	192,2	360	69.192
16-30	198,4	360	71.424

6.1.2 Ingressos de venda de fusta

Quan la plantació hagi complet el seu cicle vital es tallar . En 30 anys el creixement mit  anual de l'alzina s'estima en 3,70 kg de fusta i el preu de marcat  s de 0,12 €/kg.

$1581 \text{ alzines} \times 30 \text{ anys} \times 3,70 \text{ kg/alzina} \times 0,12 \text{ €/kg} = 21.058,92 \text{  }$

Tot i que la vida del material vegetal pot durar més de 30 anys a efectes de càlcul econòmic es considera la venda de fusta coincidint amb el període de vida útil de 30 anys.

6.2 Ingressos extraordinaris

6.2.1 Subvenció

Agafant com a referència la informació publicada per la Generalitat de Catalunya l'any 2017, (RESOLUCIÓ ARP/392/2017, de 22 de febrer, per la qual es dona publicitat a l'Acord del Consell Rector del Centre de la Propietat Forestal) en l'última convocatòria de subvencions per a tòfona:

- Plantació d'espècies micorrizades per al conreu de tòfona negra: 2.500 €/ha.
- Tanca perimetral de protecció per la tòfona negra: 1.500 €/ha.
- Import màxim total a atorgar a una mateixa persona: 20.000 €

Tenint en compte que la finca té una superfície de 6,2 ha, d'acord amb els imports subvencionables dona un total de 24.800 €, per tant es supera l'import màxim subvencionable de 20.000 €. És sol·licitaran els 20.000 euros.

6.3 Ingressos totals

Taula 3. Ingressos totals d'explotació.

Any	Ingressos ordinaris (€)	subvenció (€)	Venda de fusta (€)	Total (€)
1		20000		20.000
2				-
3				-
4				-
5				-
6	4.464			-
7	8.928			8.928
8	13.392			13.392
9	26.784			26.784
10	33.480			33.480
11	44.640			44.640
12	55.800			55.800
13	62.496			62.496
14	64.728			64.728
15	69.192			69.192
16-29	71.424			999.936
30	71.424		21.058,92	92.483
Total				1.491.858,92 €

7 Flux de caixa de l'explotació

El flux de caixa del projecte són la diferència entre els ingressos i les despeses. Aquest es presenten en la **taula 4**.

Taula 4. Flux de caixa.

Any	Gastos totals (€)	Ingressos totals (€)	Fluxos de caixa (€)	Flux de caixa acumulat (€)
1	2.348,40	20.000,00	17.651,60	17.651,60
2	2.072,62	-	- 2.072,62	15.578,98
3	2.832,21	-	- 2.832,21	12.746,77
4	2.832,21	-	- 2.832,21	9.914,56
5	4.132,21	-	- 4.132,21	5.782,35
6	2.920,62	-	- 2.920,62	2.861,73
7	2.387,43	8.928,00	6.540,57	9.402,29
8	2.475,85	13.392,00	10.916,15	20.318,45
9	2.741,08	26.784,00	24.042,92	44.361,37
10	2.843,33	33.480,00	30.636,67	74.998,04
11	3.064,36	44.640,00	41.575,64	116.573,68
12	2.734,97	55.800,00	53.065,03	169.638,71
13	3.387,64	62.496,00	59.108,36	228.747,07
14	2.911,79	64.728,00	61.816,21	290.563,27
15	4.820,26	69.192,00	64.371,74	354.935,02
16	3.044,41	71.424,00	68.379,59	423.314,61
17	3.450,09	71.424,00	67.973,91	491.288,51
18	2.930,04	71.424,00	68.493,96	559.782,47
19	2.930,04	71.424,00	68.493,96	628.276,43
20	3.450,09	71.424,00	67.973,91	696.250,34
21	2.930,04	71.424,00	68.493,96	764.744,30
22	2.930,04	71.424,00	68.493,96	833.238,25
23	3.450,09	71.424,00	67.973,91	901.212,16
24	2.930,04	71.424,00	68.493,96	969.706,12
25	4.230,04	71.424,00	67.193,96	1.036.900,08
26	3.450,09	71.424,00	67.973,91	1.104.873,99
27	2.930,04	71.424,00	68.493,96	1.173.367,94
28	2.930,04	71.424,00	68.493,96	1.241.861,90
29	3.450,09	71.424,00	67.973,91	1.309.835,81
30	2.930,04	92.482,92	89.552,88	1.399.388,69

8 Avaluació de la rendibilitat

A continuació es presenten els criteris d'avaluació financera utilitzats que es basen en l'actualització dels fluxos de caixa, aplicant, una taxa d'actualització r considerada. Aquesta taxa d'actualització es pot estimar com l'actual tipus d'interès a llarg termini en el mercat de capitals.

Indicadors utilitzats:

- Valor Actualitzat Net. **VAN**.
- Taxa Interna de Rendiment. **TIR**.
- Termini de Recuperació de les Inversions (PRI) o **PAY BACK**.

8.1 Càlcul del valor actualitzat net (VAN)

El VAN consisteix en l'actualització dels fluxos de caixa d'un projecte per conèixer quan es guanyarà o es perdrà. Pel càlcul del VAN utilitzarem la següent fórmula:

$$VAN = - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+K)^t}$$

On

F_t : flux de diners en el període t

I : inversions original i diferides

n : nombre de períodes

K : taxa d'actualització de la inversió

8.2 Taxa interna de retorn (TIR)

El TIR és rendibilitat que ofereix la inversió quan el VAN es fa 0.

$$0 = - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+K)^t}$$

On

F_T : flux de diners en el període t

n : nombre de períodes

K : TIR

8.3 Termini de Recuperació de les Inversions (PRI) o PAY BACK.

El PAY BACK és l'any (n) en què la suma dels fluxos de caixa actualitzats igualen les despeses de la inversió inicial i actualitzada.

Quant menys temps per a recuperar la inversió menys risc es corre.

$$\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+K)^t}$$

8.4 Supòsit d'avaluació de rendibilitat financera amb finançament propi

Tassa d'actualització: 3%

VAN: 698.627 €

TIR: 20,9%

PB (any): 11

VAN/K: 8,17

Taula 8. Resultats de l'anàlisi amb finançament propi.

Anys	INVERSIONS (Ki)	ORDINARIS		EXTRAORDINARIS		ACTUALITZATS		ACTUALITZATS	P.B.
		COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS	FCi	FCi	Ki	
0	28.704							28.704	
1		2.348		20.000		17.652	17.137	-	17.137
2		2.073				2.073	1.954	-	15.184
3	62.081	2.832				2.832	2.592	56.813	12.592
4		2.832				2.832	2.516	-	10.076
5		4.132				4.132	3.564	-	6.511
6		2.921	4.464			1.543	1.293	-	7.804
7		2.387	8.928			6.541	5.318	-	13.122
8		2.476	13.392			10.916	8.617	-	21.739
9		2.741	26.784			24.043	18.427	-	40.166
10		2.843	33.480			30.637	22.797	-	62.962
11		3.064	44.640			41.576	30.035	-	92.998
12		2.735	55.800			53.065	37.219	-	130.216
13		3.388	62.496			59.108	40.250	-	170.466
14		2.912	64.728			61.816	40.868	-	211.334
15		4.820	69.192			64.372	41.318	-	252.652
16		3.044	71.424			68.380	42.612	-	295.264
17		3.450	71.424			67.974	41.125	-	336.389
18		2.930	71.424			68.494	40.233	-	376.622
19		2.930	71.424			68.494	39.061	-	415.683
20		3.450	71.424			67.974	37.636	-	453.319
21		2.930	71.424			68.494	36.819	-	490.138
22		2.930	71.424			68.494	35.746	-	525.884
23		3.450	71.424			67.974	34.442	-	560.326
24		2.930	71.424			68.494	33.694	-	594.020
25		4.230	71.424			67.194	32.092	-	626.113
26		3.450	71.424			67.974	31.519	-	657.632
27		2.930	71.424			68.494	30.835	-	688.467
28		2.930	71.424			68.494	29.937	-	718.404
29		3.450	71.424			67.974	28.844	-	747.249
30		2.930	92.483			89.553	36.895	-	784.143
Total						1.403.853	784.143	85.516	

8.5 Supòsit d'avaluació de rendibilitat financera amb finançament extern

En el tercer any demanem al banc un préstec per realitzar la inversió. El banc ens concedeix el 70% del préstec a 10 anys amb un interès del 10%. En la **taula 9** es mostren els interessos i la devolució del principal. I en la **taula 10** es mostren els resultats de l'anàlisi del finançament extern.

Taula 9. Condicionants del banc

BANC	70%
PRRESTEC	43.456 €
INTERÉS	10,0%
DEVOLUCIÓ	10 anys

ANYS	CAPITAL PENDENT DE DEVOLUCIÓ	DEVOLUCIÓ PRINCIPAL	INTERESOS	TOTAL
1	43.456	4.346	4.346	8.691
2	39.111	4.346	3.911	8.257
3	34.765	4.346	3.477	7.822
4	30.420	4.346	3.042	7.388
5	26.074	4.346	2.607	6.953
6	21.728	4.346	2.173	6.518
7	17.383	4.346	1.738	6.084
8	13.037	4.346	1.304	5.649
9	8.691	4.346	869	5.215
10	4.346	4.346	435	4.780

Tassa d'actualització: 3%

VAN: 683.386 €

TIR: 21,73 %

PB (any): 12

VAN/K: 14,94

Taula 10. Resultats de l'anàlisi amb finançament extern.

Anys	ORDINARIS		EXTRAORDINARIS		ACTUALITZATS		ACTUALITZATS		P.B.
	INVERSIONS (Ki)	COSTOS INGRESOS	COSTOS INGRESOS	FCi	FCi	Ki			
0	28.704					28.704			
1		2.348		20.000	17.652	17.137	-		17.137
2		2.073		-	2.073	-	1.954	-	15.184
3	18.624	2.832	8.691	-	11.524	-	10.546	17.044	4.638
4		2.832	8.257	-	11.089	-	9.852	-	5.214
5		4.132	7.822	-	11.954	-	10.312	-	15.526
6		2.921	4.464	7.388	-	5.844	-	4.894	20.421
7		2.387	8.928	6.953	-	412	-	335	20.756
8		2.476	13.392	6.518	4.398	3.472	-	-	17.284
9		2.741	26.784	6.084	17.959	13.764	-	-	3.520
10		2.843	33.480	5.649	24.987	18.593	-	-	15.073
11		3.064	44.640	5.215	36.361	26.268	-	-	41.340
12		2.735	55.800	4.780	48.285	33.866	-	-	75.206
13		3.388	62.496		59.108	40.250	-	-	115.456
14		2.912	64.728		61.816	40.868	-	-	156.324
15		4.820	69.192		64.372	41.318	-	-	197.642
16		3.044	71.424		68.380	42.612	-	-	240.254
17		3.450	71.424		67.974	41.125	-	-	281.379
18		2.930	71.424		68.494	40.233	-	-	321.612
19		2.930	71.424		68.494	39.061	-	-	360.673
20		3.450	71.424		67.974	37.636	-	-	398.309
21		2.930	71.424		68.494	36.819	-	-	435.128
22		2.930	71.424		68.494	35.746	-	-	470.874
23		3.450	71.424		67.974	34.442	-	-	505.316
24		2.930	71.424		68.494	33.694	-	-	539.011
25		4.230	71.424		67.194	32.092	-	-	571.103
26		3.450	71.424		67.974	31.519	-	-	602.622
27		2.930	71.424		68.494	30.835	-	-	633.457
28		2.930	71.424		68.494	29.937	-	-	663.394
29		3.450	71.424		67.974	28.844	-	-	692.239
30		2.930	92.483		89.553	36.895	-	-	729.133
Total					1.336.495	729.133	45.747		

9 Anàlisis de sensibilitat respecte al finançament propi

9.1 Considerant un increment de la inversió

Inclús considerant un 100% d'increment de la inversió s'obtenen resultats positius com es pot veure en la **taula 11**.

Tassa d'actualització: 3%

VAN: 613.111 €

TIR: 14 %

PB (any): 14

VAN/K: 3,58

Taula 11. Resultats de l'anàlisi amb inversió del 100%.

Anys	INVERSIONS (Ki)	ORDINARIS		EXTRAORDINARIS		ACTUALITZATS		ACTUALITZATS	P.B.
		COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS	FCi	FCi	Ki	
0	57.407							57.407	
1		2.348		20.000		17.652	17.137	-	17.137
2		2.073			-	2.073	1.954	-	15.184
3	124.161	2.832			-	2.832	2.592	113.625	12.592
4		2.832			-	2.832	2.516	-	10.076
5		4.132			-	4.132	3.564	-	6.511
6		2.921	4.464			1.543	1.293	-	7.804
7		2.387	8.928			6.541	5.318	-	13.122
8		2.476	13.392			10.916	8.617	-	21.739
9		2.741	26.784			24.043	18.427	-	40.166
10		2.843	33.480			30.637	22.797	-	62.962
11		3.064	44.640			41.576	30.035	-	92.998
12		2.735	55.800			53.065	37.219	-	130.216
13		3.388	62.496			59.108	40.250	-	170.466
14		2.912	64.728			61.816	40.868	-	211.334
15		4.820	69.192			64.372	41.318	-	252.652
16		3.044	71.424			68.380	42.612	-	295.264
17		3.450	71.424			67.974	41.125	-	336.389
18		2.930	71.424			68.494	40.233	-	376.622
19		2.930	71.424			68.494	39.061	-	415.683
20		3.450	71.424			67.974	37.636	-	453.319
21		2.930	71.424			68.494	36.819	-	490.138
22		2.930	71.424			68.494	35.746	-	525.884
23		3.450	71.424			67.974	34.442	-	560.326
24		2.930	71.424			68.494	33.694	-	594.020
25		4.230	71.424			67.194	32.092	-	626.113
26		3.450	71.424			67.974	31.519	-	657.632
27		2.930	71.424			68.494	30.835	-	688.467
28		2.930	71.424			68.494	29.937	-	718.404
29		3.450	71.424			67.974	28.844	-	747.249
30		2.930	92.483			89.553	36.895	-	784.143
Total						1.403.853	784.143	171.032	

9.2 Considerant una disminució dels ingressos

Com mostra la **taula 12** és necessari una disminució de més del 84,77 % dels ingressos per tenir un VAN negatiu.

Tassa d'actualització: 3%

VAN: 0 €

TIR: 3 %

PB (any): 30

VAN/K: 0

Taula 12. Resultats de l'anàlisi amb disminució del 84,77 % dels ingressos.

Anys	INVERSIONS (Ki)	ORDINARIS		EXTRAORDINARIS		ACTUALITZATS		ACTUALITZATS	P.B.
		COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS	FCi	FCi	Ki	
0	28.704							28.704	
1		2.348			20.000	17.652	17.137	-	17.137
2		2.073			-	2.073	-	1.954	15.184
3	62.081	2.832			-	2.832	-	2.592	12.592
4		2.832			-	2.832	-	2.516	10.076
5		4.132			-	4.132	-	3.564	6.511
6		2.921	680		-	2.241	-	1.877	4.634
7		2.387	1.360		-	1.028	-	836	3.799
8		2.476	2.039		-	437	-	345	3.454
9		2.741	4.079			1.337	1.025	-	4.479
10		2.843	5.098			2.255	1.678	-	6.157
11		3.064	6.798			3.733	2.697	-	8.854
12		2.735	8.497			5.762	4.041	-	12.895
13		3.388	9.517			6.129	4.174	-	17.069
14		2.912	9.856			6.945	4.591	-	21.660
15		4.820	10.536			5.716	3.669	-	25.329
16		3.044	10.876			7.832	4.880	-	30.209
17		3.450	10.876			7.426	4.493	-	34.702
18		2.930	10.876			7.946	4.667	-	39.369
19		2.930	10.876			7.946	4.532	-	43.901
20		3.450	10.876			7.426	4.112	-	48.013
21		2.930	10.876			7.946	4.271	-	52.284
22		2.930	10.876			7.946	4.147	-	56.431
23		3.450	10.876			7.426	3.763	-	60.194
24		2.930	10.876			7.946	3.909	-	64.103
25		4.230	10.876			6.646	3.174	-	67.277
26		3.450	10.876			7.426	3.443	-	70.720
27		2.930	10.876			7.946	3.577	-	74.297
28		2.930	10.876			7.946	3.473	-	77.770
29		3.450	10.876			7.426	3.151	-	80.922
30		2.930	14.083			11.153	4.595	-	85.516
Total						152.337	85.516	85.516	

10 Conclusions

En el supòsit del finançament propi veiem com el VAN és 698.627 € a una taxa del 3 % i el TIR té un valor de 20,9 %.

D'altra banda el supòsit de finançament extern ens dona un VAN de 683.386 € i un TIR del 21,74 %. Cal destacar la semblança del VAN i TIR del finançament propi i el del finançament extern. La diferència més notable és l'augment d'11 a 12 anys per recuperar el capital invertit. Les dues situacions mostren indicadors solvents que garanteixen la rendibilitat de la inversió.

Analitzant la sensibilitat en la inversió veiem que tot i augmentant la inversió un 100 % el VAN resulta de 613.111 € i el TIR del 14 %. Analitzant els ingressos s'haurien de disminuir fins a un 84,77 % per obtenir valors negatius del VAN.

Els resultats de l'anàlisi donen suport a la viabilitat de la inversió i la fortalesa davant possibles descensos del preu de les trufes.

Annex 9. Bibliografia

Bibliografia

COLINAS, C., CAPDEVILLA, J.M., OLIACH, D., FISCHER, C.R. I BONET, J.A. 2007 *Mapa d'aptitud per al cultiu de l tòfona negra (Tuber melanosporum Vitt.)*. Solsona. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

FORTUNY, M. i ESTRADA, J.M., 1986. *La truficultura. Guia pràctica para la plantació i el cultiu de la trufa*. Universidad Autonoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona.

MORCILLO, M., SÁNCHEZ, M. I VILANOVA, X. 2015. *Cultivar trufas, una realidad en expansión*. Ed. Micología Forestal & Aplicada, Barcelona.

PEPIOL, ANTONIO AGUILAR. 1982. *Explotación de truferas*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

QUEZEL, P. 1982. *Bosque y Maquia Mediterraneos: Ecología, Conservacion y Gestion*. Ed. Unesco.

REYNA S. 2007 *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

RICARD, J.M. 2003. *Le truffe. Guide technique de trufficulture*. Ed. Centre technique interprofssionnal des fruits et légumes, Paris.

SÁEZ, R. I DE MIGUEL, A. 1995. *Guía práctica de truficultura*. Ed. I.T.G. Agrícola y Universidad de Navarra. Pamplona.

SOURZAT, P. 1994 *Guide pratique de Trufficulture*. Ed. Station d'expérimentations sur la Truffe. Le Montat.

TARJUELO MARTÍN-BENITO, J. M. 2005. *El Riego Por aspersión y su tecnologia*. 3ª Ed. Mundi Prensa S.A.

VERLHAC, A., GIRAUD, M., LETEINTURIER, J. 1990. *La Truffe: Guide Pratique*. Ed. CITFL. Paris.

DOCUMENT II: Plànols

Índex

Plànol nº 1/6. Situació i emplaçament

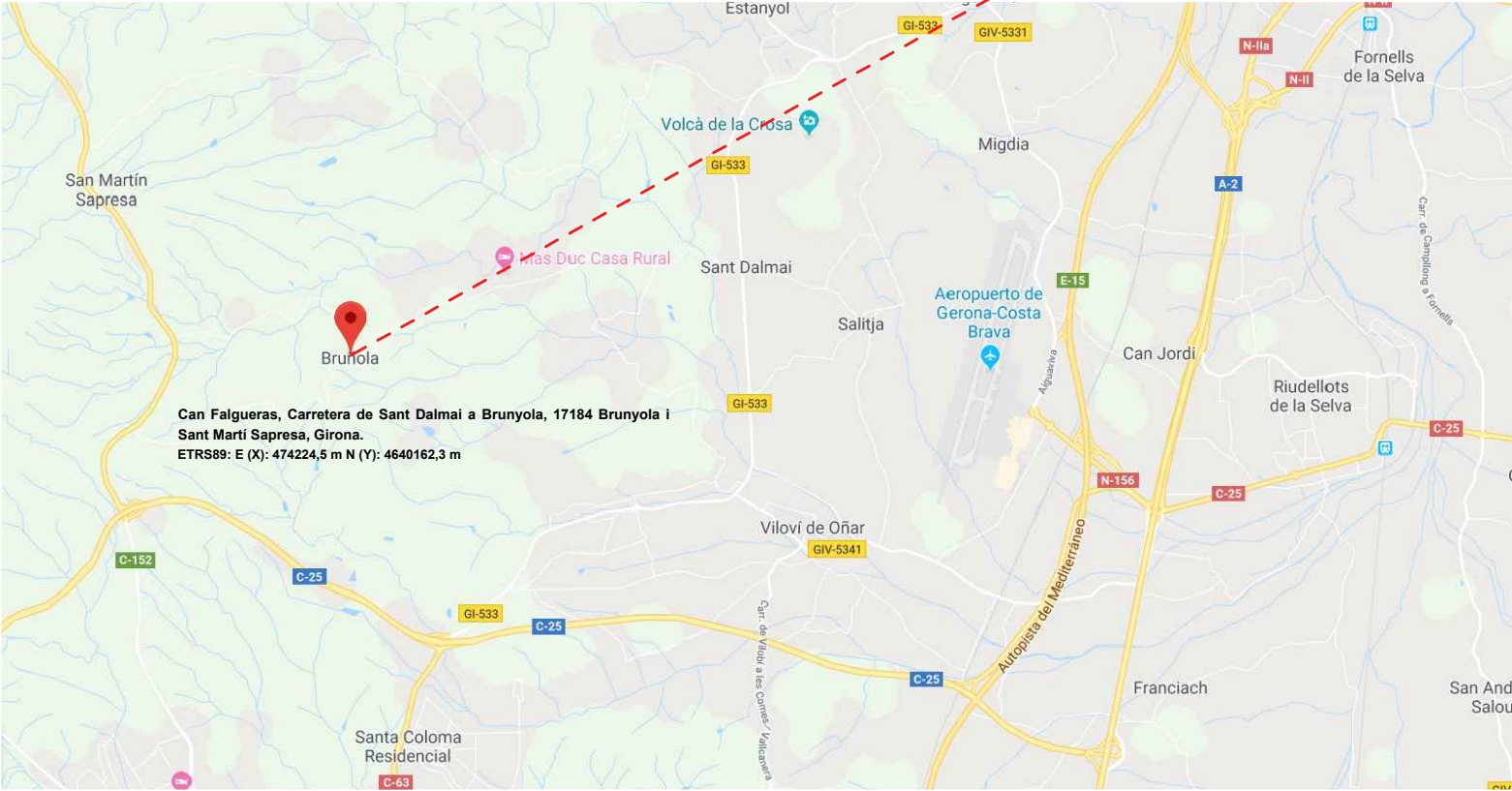
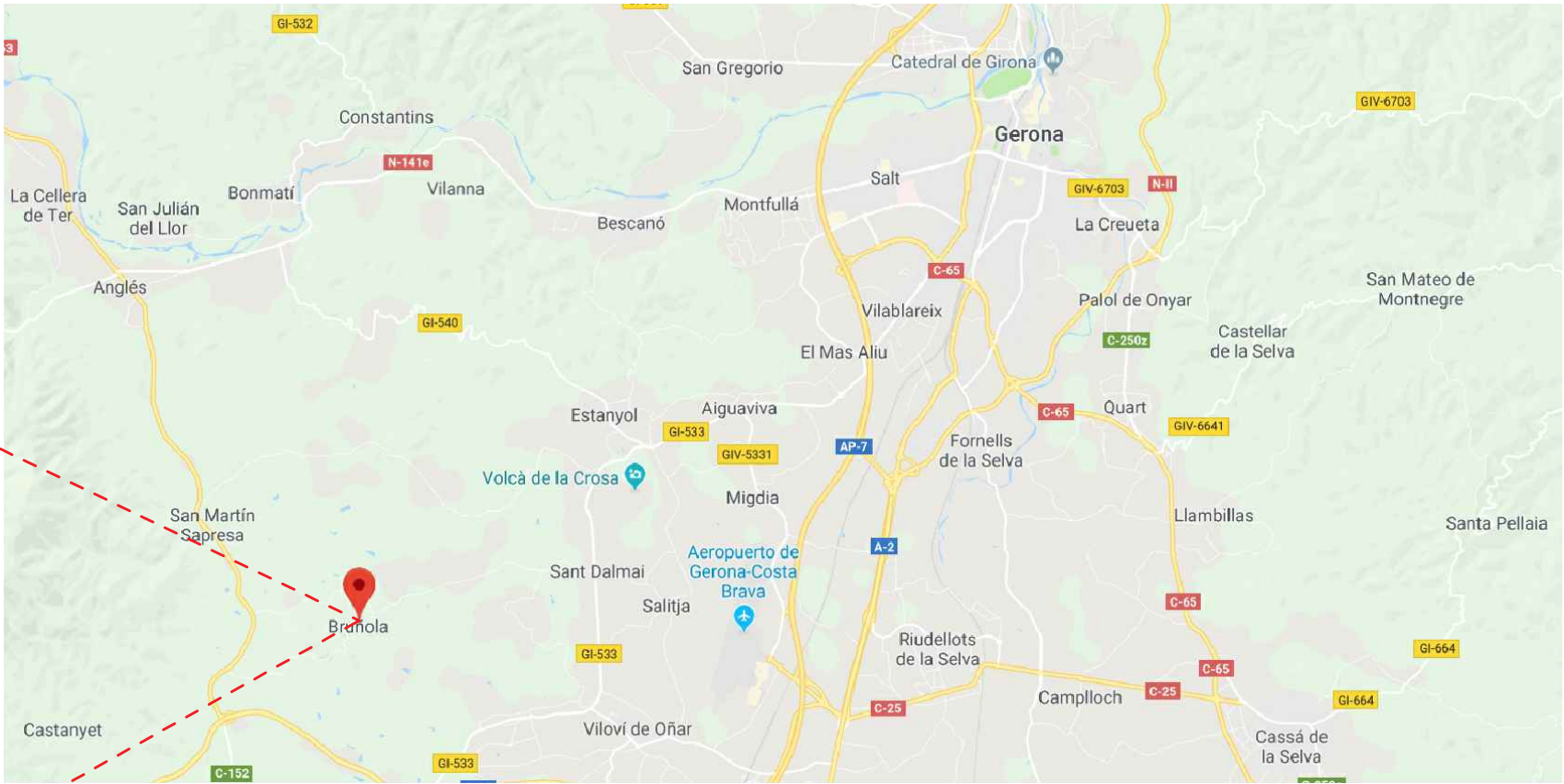
Plànol nº2/6. Planta en situació actual


Plànol nº3/6. Distribució de la nova plantació

Plànol nº4/6. Instal·lació de reg


Plànol nº5/6. Capçal de reg i detalls d'instal·lació

Plànol nº6/6. Instal·lació de tanca






GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE AGRICULTURA



SECRETARÍA DE ESTADO DE AGRICULTURA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

17031A004000630000HT

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

Suelo Polígono 4 Parcela 63

CAN FALGUERAS, BRUNYOLA [GIRONA]

USO PRINCIPAL

Agrario

AÑO CONSTRUCCIÓN

1975

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

8.900

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

Polígono 4 Parcela 63

CAN FALGUERAS, BRUNYOLA [GIRONA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

8.900

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m²)

460.157

TIPO DE FINCA

Parcela construida sin división horizontal

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escala	Planta	Puerta	Superficie m²
AGRARIO	00	00	01	127
AGRARIO	00	00	02	147
AGRARIO	03	00	01	14
AGRARIO	04	00	01	8.536
OBR URB INT	05	00	01	38

Continúa en ANEXO I

CULTIVO

Subparcela	CC	Cultivo	IP	Superficie m²
a	I-	Improductivo	00	634
b	CR	Labor o labradío regadio	00	2.278
c	C-	Labor o Labradío secoano	01	1.768
d	C-	Labor o Labradío secoano	01	6.342
e	I-	Improductivo	00	1.800
f	MM	Pinar maderable	01	37.768
g	F-	Frutales secoano	02	43.044

Continúa en ANEXO II

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/15000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

474.500 Coordinación U.T.M. Huso 31 ETRS89

Domingo, 11 de Agosto de 2019



PROYECTO:
PROYECTO D'EXPLOTACIÓ DE TRUFA NEGRA (TUBER MELANOSPORUM VITT.) EN UNA FINCA DE 6,2 HA EN EL TERME MUNICIPAL DE BRUNYOLA (GIRONA)

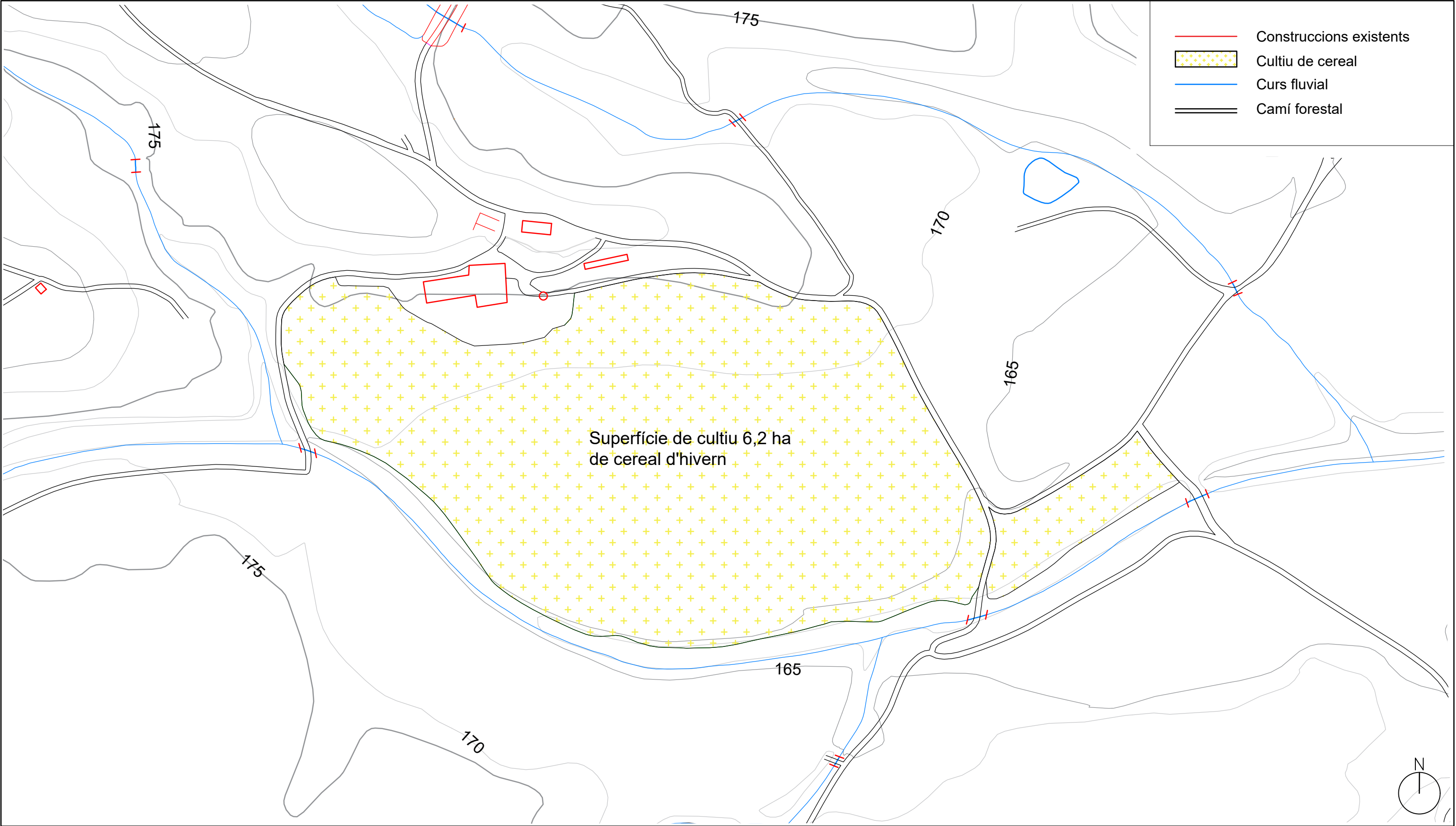
AUTOR
JAUME MARTÍ CONILL

PLANOL DE:
SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT

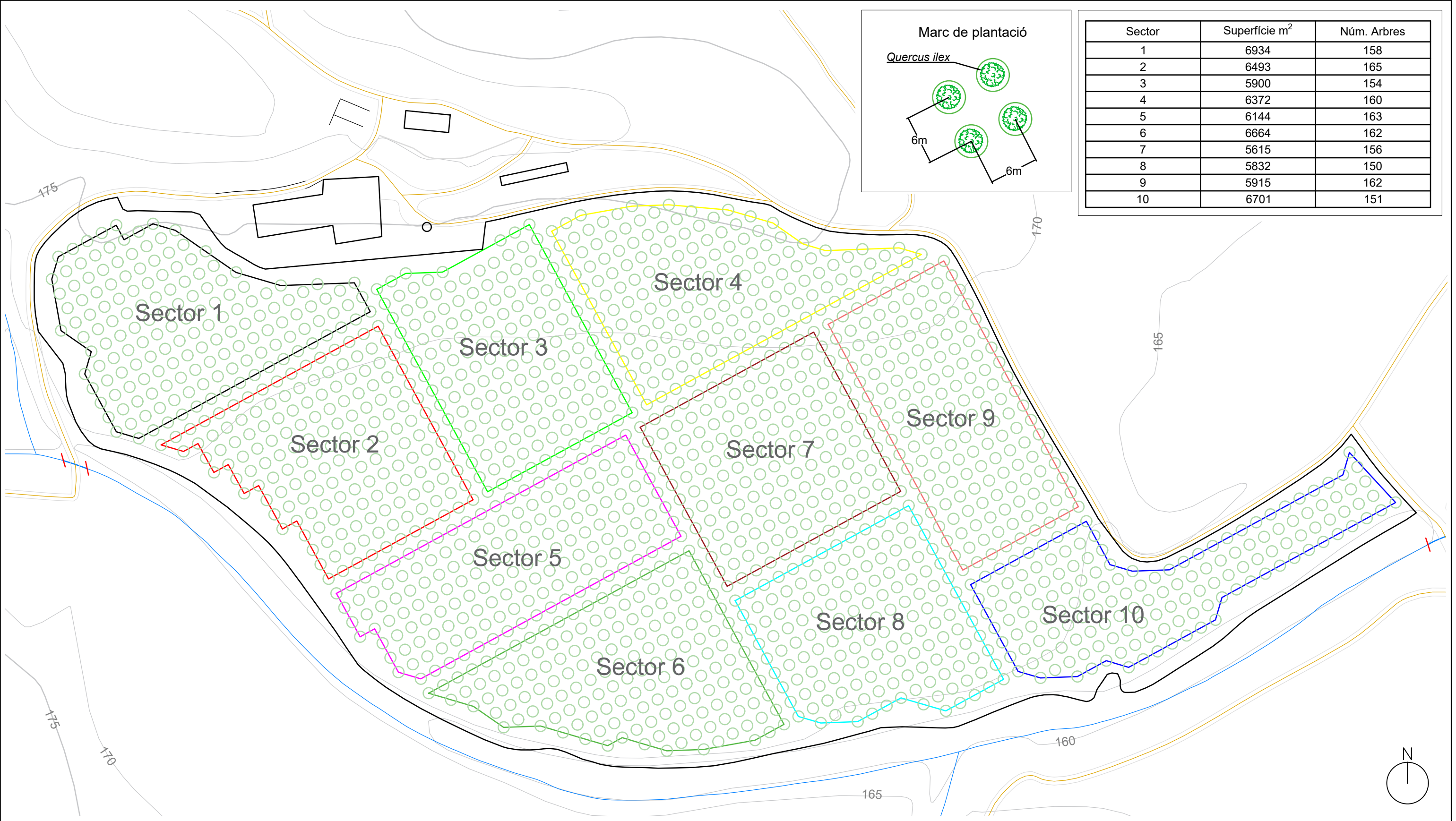
DATA:
ABRIL DEL 2020

Nº PLANOL
1/6

ESCALA:
S/E



	PROJECTE: PROJECTE D'EXPLOTACIÓ DE TRUFA NEGRA (TUBER MELANOSPORUM VITT.) EN UNA FINCA DE 6,2 HA EN EL TERME MUNICIPAL DE BRUNYOLA (GIRONA)		PLANOL DE: PLANTA EN SITUACIÓ ACTUAL	
	AUTOR JAUME MARTÍ CONILL	DATA: ABRIL DEL 2020	Nº PLANOL 2/6	ESCALA: 1/2000



Sector	Superfície m ²	Núm. Arbres
1	6934	158
2	6493	165
3	5900	154
4	6372	160
5	6144	163
6	6664	162
7	5615	156
8	5832	150
9	5915	162
10	6701	151



PROJECTE:
PROJECTE D'EXPLOTACIÓ DE TRUFA NEGRA (TUBER MELANOSPORUM VITT.) EN UNA FINCA DE 6,2 HA EN EL TERME MUNICIPAL DE BRUNYOLA (GIRONA)

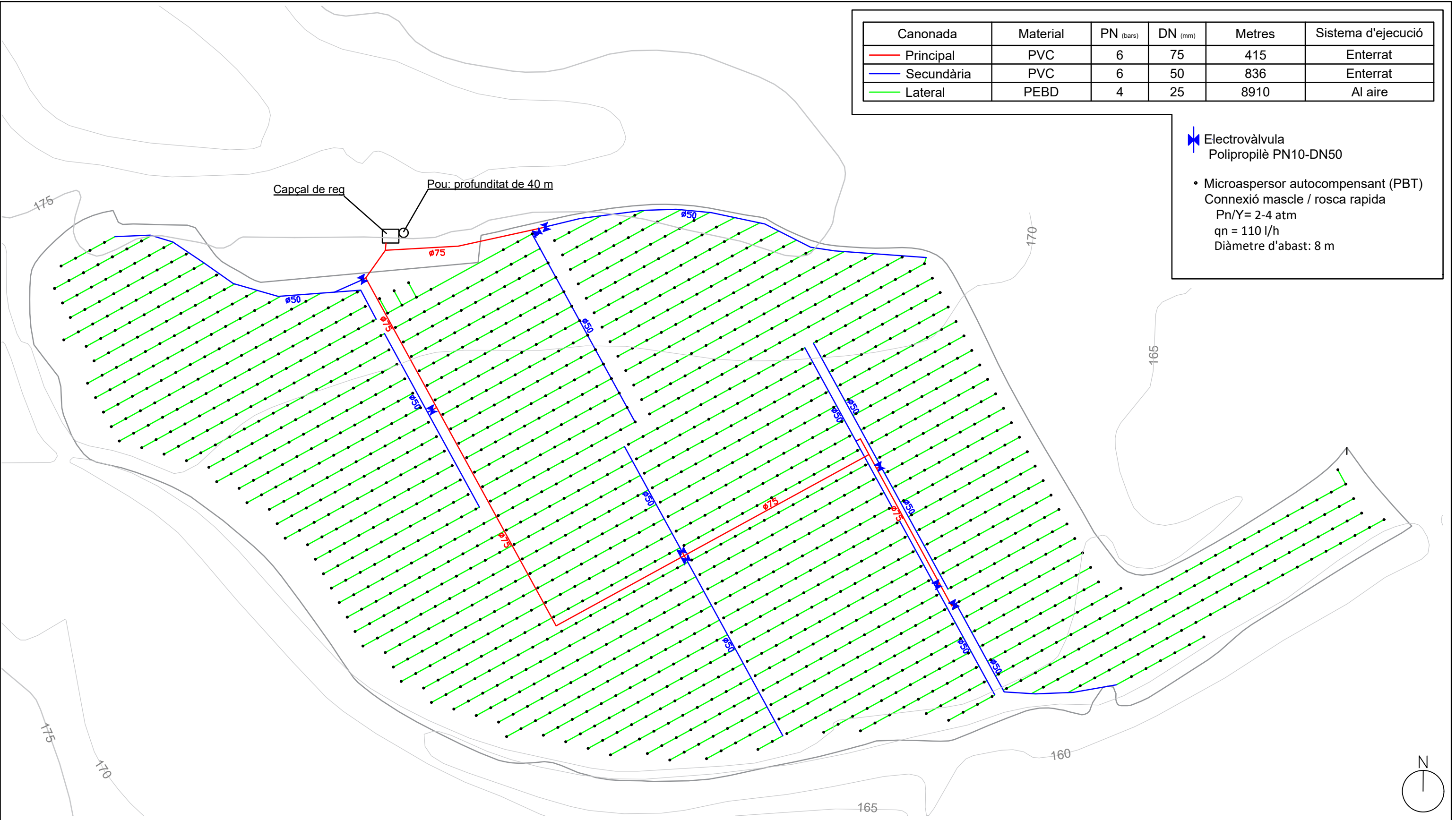
AUTOR
JAUME MARTÍ CONILL

PLANOL DE:
DISTRIBUCIÓ DE LA NOVA PLANTACIÓ



DATA:
ABRIL DEL 2020


Nº PLÀNOL
3/6

ESCALA:
1/1300

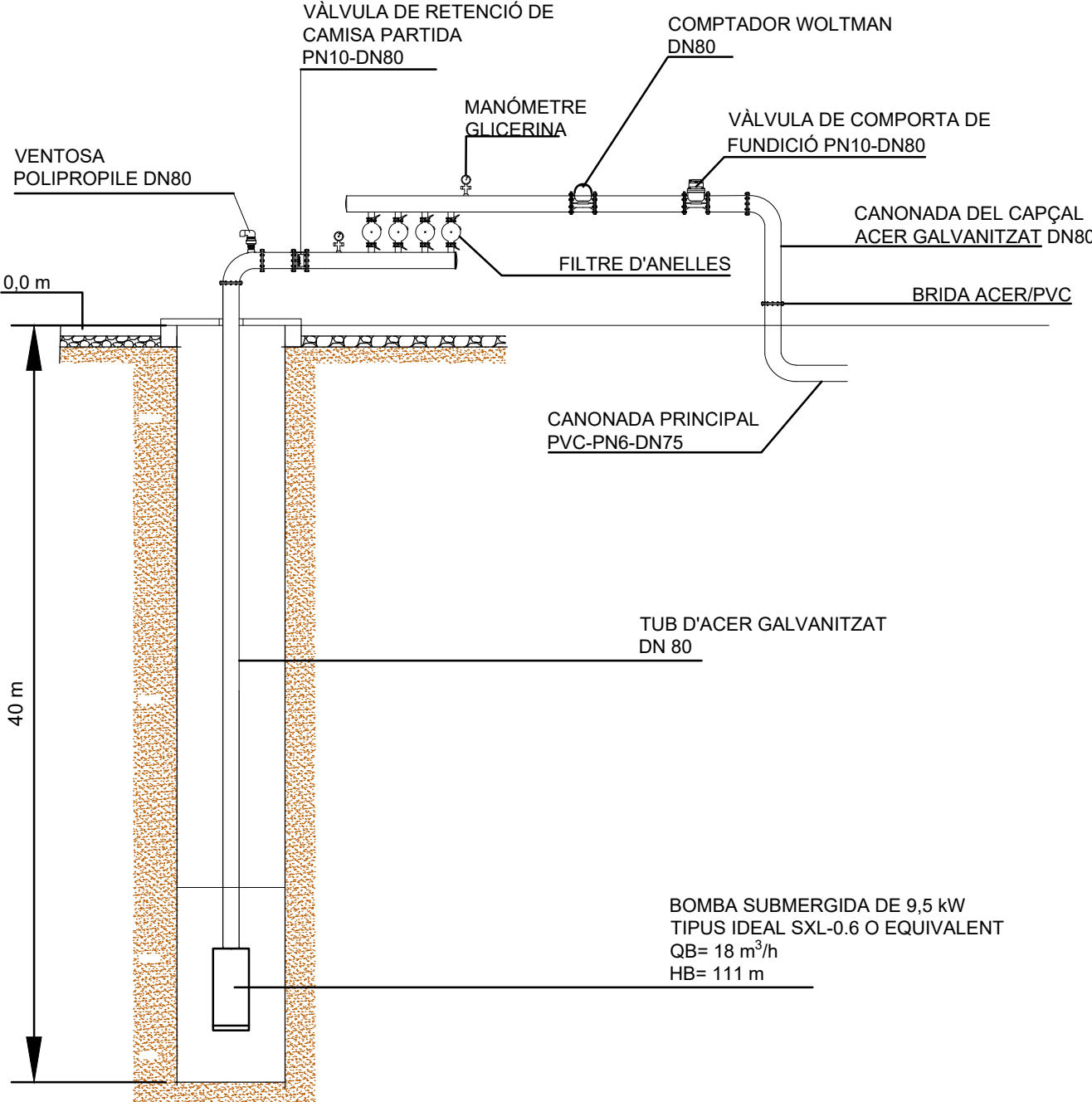


Canonada	Material	PN _(bars)	DN _(mm)	Metres	Sistema d'execució
Principal	PVC	6	75	415	Enterrat
Secundària	PVC	6	50	836	Enterrat
Lateral	PEBD	4	25	8910	Al aire

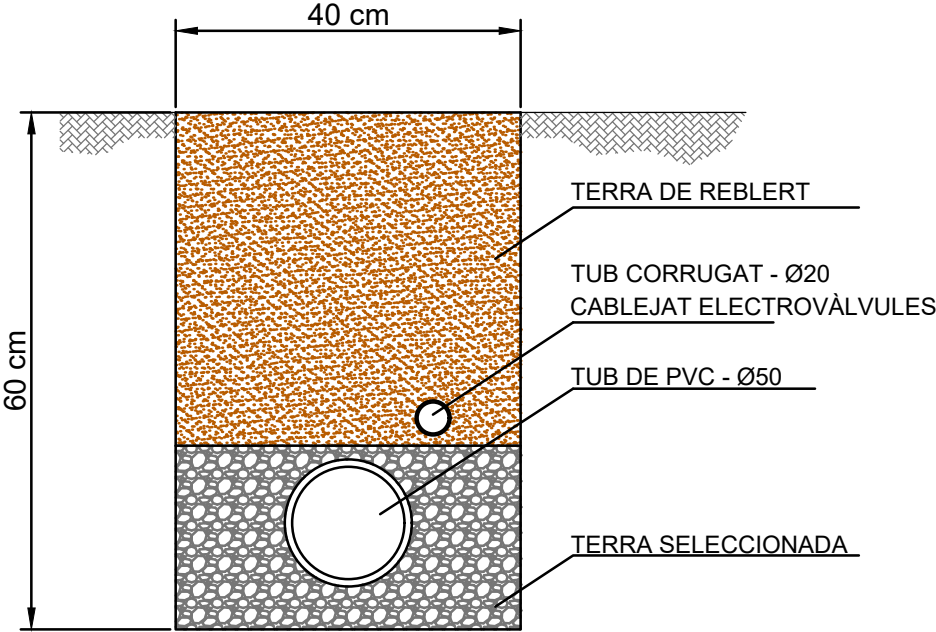
-  Electrovàlvula
Polipropilè PN10-DN50
-  Microaspersor autocompensant (PBT)
Connexió mascle / rosca ràpida
Pn/Y= 2-4 atm
qn = 110 l/h
Diàmetre d'abast: 8 m

	PROJECTE: PROJECTE D'EXPLOTACIÓ DE TRUFA NEGRA (TUBER MELANOSPORUM VITT.) EN UNA FINCA DE 6,2 HA EN EL TERME MUNICIPAL DE BRUNYOLA (GIRONA)		PLANOL DE: INSTAL·LACIÓ DE REG	
	AUTOR JAUME MARTÍ CONILL	DATA: ABRIL DEL 2020	Nº PLANOL 4/6	ESCALA: 1/1300

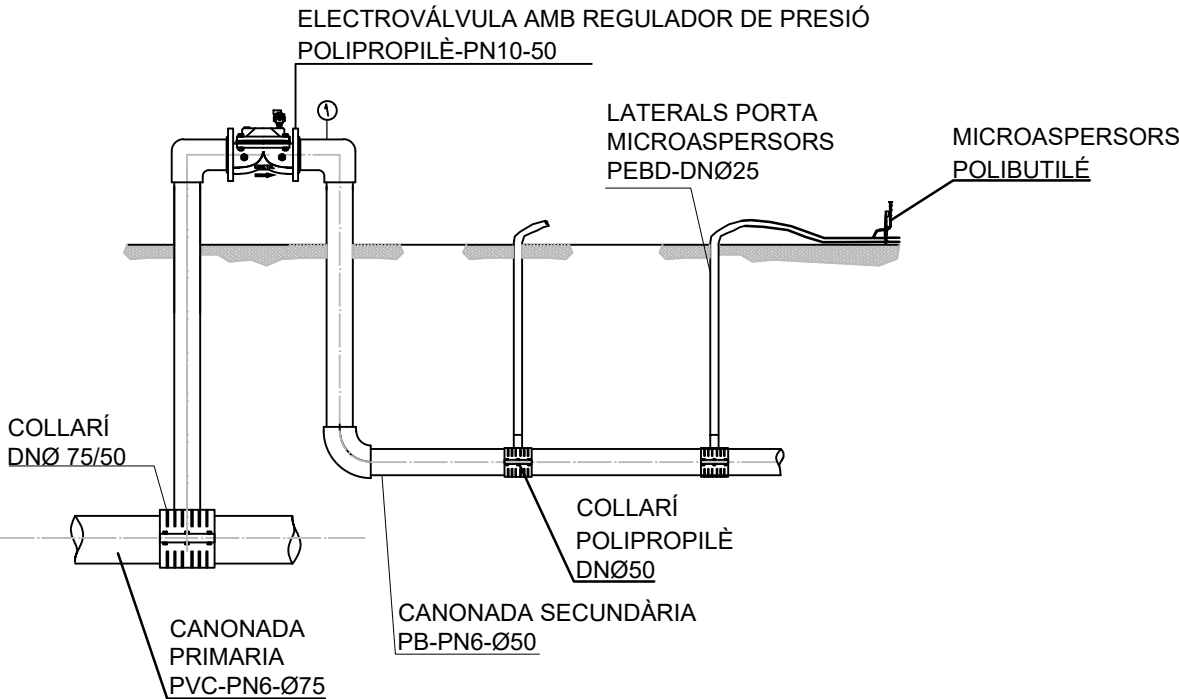
CAPÇAL DE REG



DETALL DE RASSA



DETALL HIDRANT SECTOR I CONEXIONS



PROJECTE:
EXPLOTACIÓ DE *QUERCUS ILEX L.* MICORRIZADA AMB *TUBER MELANOSPORUM* EN EL TERME MUNICIPAL DE BRUNYOLA (GIRONA).

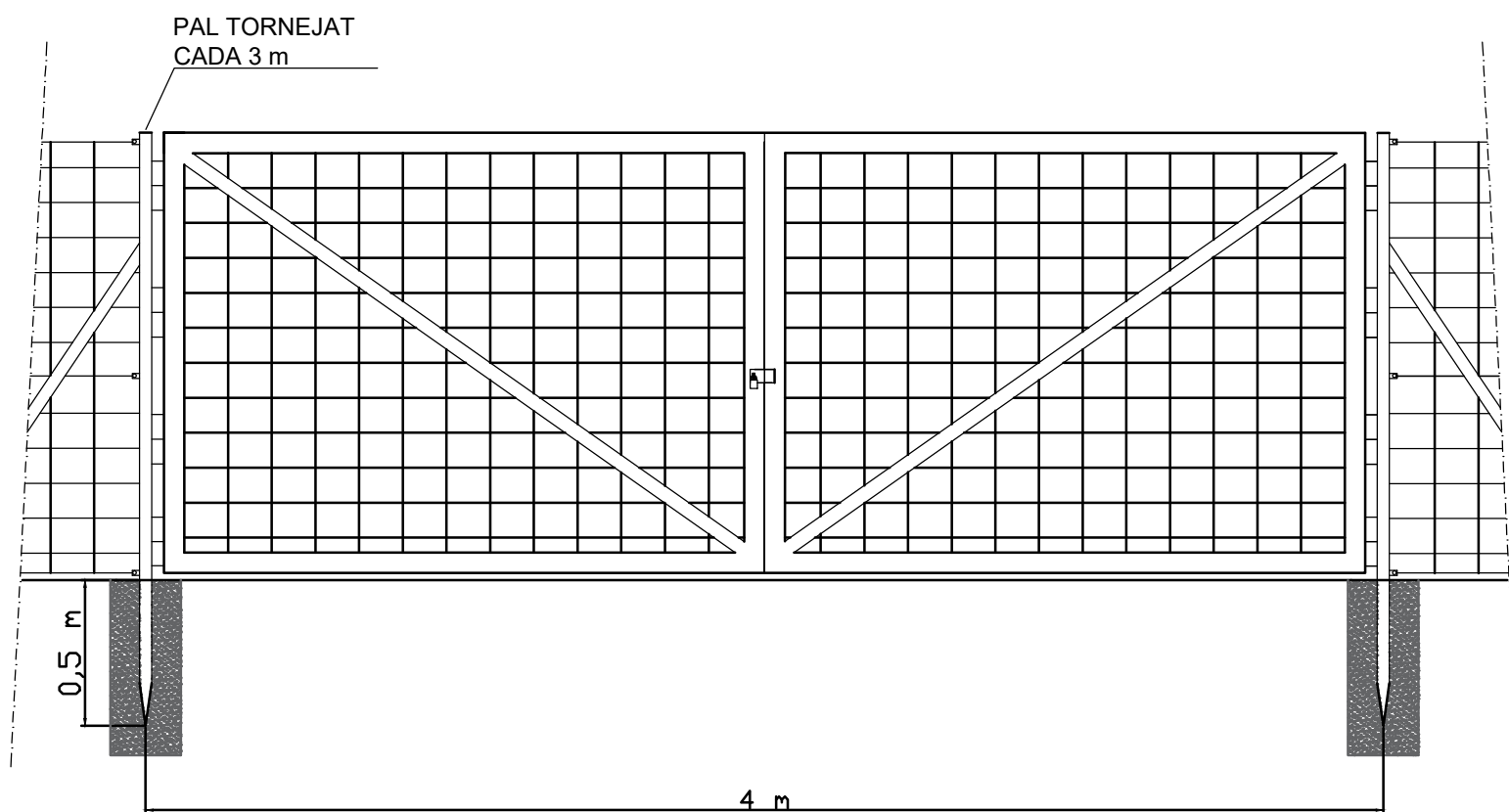
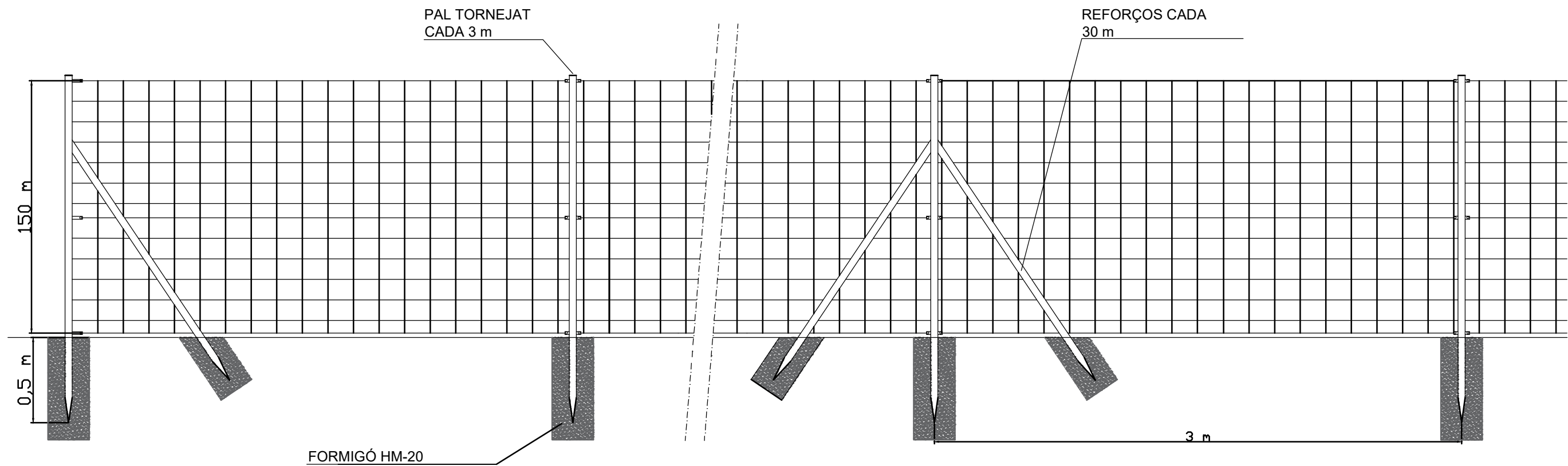
AUTOR
JAUME MARTÍ CONILL

PLANOL DE:
CAPÇAL DE REG I DETALLS D'INSTALACIÓ

DATA:
ABRIL DEL 2020

Nº PLANOL
5/6

ESCALA:
S/E



PROJECTE:
EXPLOTACIÓ DE *QUERCUS ILEX* L. MICORRIZADA AMB *TUBER MELANOSPORUM* EN EL TERME MUNICIPAL DE BRUNYOLA (GIRONA).

JAUME MARTÍ CONILL

INSTAL·LACIÓ DE TANCA

DATA:
ABRIL DEL 2020

PLÀNOL:
6/6

ESCALA:
S/E

DOCUMENT III: Pressupost

Índex

1 Pressupost general	1
2 Resum de pressupost inversió inicial	3
3 Resum de pressupost inversió diferida	4

1 Pressupost general

Nº PARTIDA	Nº	UNITATS	CONCEPTE	PREU (€/U)	IMPORT (€)
Capítol 1.			Preparació del terreny		
1.1	6,2	ha	Labor principal. Subsolat lineal a 0,6 m de profunditat amb subsolador de 3 braços.	102,00	632,40
1.2	0,254	ha	Subsolat perimetral profund.	102,00	25,91
1.3	6,2	ha	Labor complementaria. Cultivador amb corro a 0,3 m de profunditat.	43,00	266,60
					924,91
Capítol 2.			Plantació		
2.1	1581	ut	Alzina micorizada de trufa negra de 0,1 a 0,15 m de 2 anys amb certificat de micorizació subministrada amb contenidor de 0,350 l.	6,00	9486,00
2.2	1581	ut	Tub protector	0,20	316,20
2.3	6,2	ha	Marcació del terreny per a marc de 6x6 amb tractor agrícola i GPS.	41,00	254,20
2.4	1581	ut	Plantació de <i>Quercus ilex</i> amb mitjans manuals : col·locació aplomada, colgat, compactació manual i formació d'escocell.	0,75	1185,75
2.5	1581	ut	Reg després de la plantació utilitzant cisterna de 5000 l de capacitat (l'aigua s'extraurà del pou de la finca).	0,37	584,97
					11827,12
Capítol 3.			Instal·lació de tanca		
3.1	1270	m	Instal·lació de malla cinegètica metàl·lica galvanitzada de 148x18x15 (alçada x nombre de fils horitzontals x distància entre fils verticals). Vallat exigít per a la subvenció.	5,50	6985,00
					6985,00

Capítol 4.			Instal·lació de reg		
4.1	299,5	M3	Excavació acel obert de rasa de 0,4 x 0,6 m en terreny de consistència mitjana amb mitjans mecànics, apilant la terra en un lateral de la rasa.	2,50	748,80
4.2	299,5	m3	Reblert de rases de 0,4 x 0,6 m i compactació, realitzat per mitjans mecànics.	1,80	539,14
4.3	415	m	Canonada de PVC de 6 atmòsferes de 75 mm de Ø col·locada sobre el terreny manualment, inclou la part proporcional d'accessoris per al muntatge.	9,50	3942,50
4.4	836	m	Canonada de PVC de 6 atmòsferes de 50 mm de Ø col·locada sobre el terreny manualment, inclou la part proporcional d'accessoris per al muntatge.	7,60	6353,60
4.5	8910	m	Canonada de PEBD de 4 atmòsferes de 25 mm de Ø col·locada sobre el terreny manualment, inclou la part proporcional d'accessoris per al muntatge	0,98	8731,80
4.6	1539	Ut	Microaspersor Regaber SuperNET autocompensant amb caudal de 110 l/h, radi de 4 m i pressió nominal de 2-4 bar, amb estaca d'altura inclosa. Totalment col·locat.	1,56	2400,84
4.7	10	Ut	Arqueta de polipropilè de 0,4 x 0,4 x 0,4 cm preparada per a diferents connexions.	29,41	294,10
4.8	1	Ut	Automatització i cablejat: inclou programador de reg, elements elèctrics de control i protecció	2500,00	2500,00
4.9	1	Ut	Capçal de reg compost per els següents elements: Electrobomba vertical i submergible STI 0,21-11 de 9,2 kw, filtre d'anelles roscat 2" 120 mesh, comptador woltman, manòmetres de glicerina, vàlvula de comporta de fosa, ventosa, resta d'accessoris i peces totalment instal·lat i en funcionament.	14174,50	14174,50
4.10	1	ut	Caseta de reg de formigó prefabricada, transportada fins la finca col·locada sobre el terreny.	3002,41	3002,41
					42687,69
Capítol 5.			Seguretat i salut		
5.1	1	ut	Mesures individuals i col·lectives de protecció per l'execució del projecte.	1% total	624,25

2 Resum de pressupost inversió inicial

	IMPORT
Capítol 1. Preparació del terreny.....	924,91 €
Capítol 2. Plantació.....	11.827,12 €
Capítol 3. Instal·lació de tanca.....	6.985,00 €
Capítol 5. Seguretat i salut (1%).....	197,37 €
 PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL (PEM)	19.934,40 €
BENEFICI INDUSTRIAL (6%)	1.196,06 €
DESPESES GENERALS (13%)	2.591,47 €
SUBTOTAL	23.721,93 €
IVA (21%)	4.981,61 €
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA (PEC)	28.703,54 €

El pressupost total d'execució material ascendeix a una quantitat de VINT-I-VUIT MIL SET-CENTS TRES euros AMB CINQUANTA-QUATRE cèntims.

Castelldefels, abril del 2020

Jaume Martí Conill

3 Resum de pressupost inversió diferida

	IMPORT
Capítol 4. Instal·lació de reg.....	42.687,69 €
Capítol 5. Seguretat i salut (1%).....	426,88 €
 PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL (PEM)	43.114,56 €
BENEFICI INDUSTRIAL (6%)	2.586,87 €
DESPESES GENERALS (13%)	5.604,89 €
SUBTOTAL	51.306,33 €
IVA (21%)	10.774,33 €
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA (PEC)	62.080,66 €

El pressupost total d'execució material ascendeix a una quantitat de SEIXANTA-DOS MIL VUITANTA euros AMB SEIXANTA-SIS cèntims.

Castelldefels, abril del 2020

Jaume Martí Conill